

P6495a

**APPLICATION**

**FOR**

**UNITED STATES LETTERS PATENT**

Be it known that we, Yoshiaki Mori, Takuya Miyakawa, Kenichi Takagi, Shintaro Asuke and Mitsuru Sato, all citizens of Japan, of 3-5 Owa 3-chome, Suwa-shi, Nagano-ken, 392-8502 Japan, c/o Seiko Epson Corporation, have invented new and useful improvements in:

**PATTERN FORMING METHOD AND APPARATUS USED FOR  
SEMICONDUCTOR DEVICE, ELECTRIC CIRCUIT, DISPLAY MODULE,  
AND LIGHT EMITTING DEVICE**

of which the following is the specification and drawings in the Japanese language.

**CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. 1.10**

"Express Mail" Mailing Label Number: EV001654097US

Date of Deposit: December 20, 2001

I hereby certify that this patent application is being deposited with the United States Postal Service on this date in an envelope as "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, P. O. Box 2327, Arlington, VA 22202.



Ann F. George

パターン形成方法および装置並びに半導体デバイス、電気回路、表示体モジュール並びに発光素子

5

### 技術分野

本発明は、半導体デバイスや液晶デバイス、あるいはその他、薄膜積層を有する素子デバイスの製造分野や、高密度実装分野に係り、特にデバイス類の製造の際に減圧環境を必要とせず大気圧の近傍でパターンを形成するパターン形成方法およびその装置並びにこの方法により製造されたデバイス等に関する。

### 背景技術

半導体デバイスは、成膜とその膜のパターニングとを何度も繰り返して製造される。図33および図34は、従来のパターニング工程の一例を示す工程図である。

図33(1)に示すような半導体基板1の表面に例えば配線を形成する場合、まず、図示しない絶縁膜が形成された半導体基板1の表面に、図33(2)に示すように、プラズマCVDによって配線層2を形成する。なお、当該配線層2の形成は、スパッタリングによって形成してもよい。

20 このように半導体基板1の上に配線層2を形成したのちは、当該配線層2の上にフォトレジストを塗布してレジスト膜を形成する。そして、このレジスト膜を感光工程、フォトエッチング工程へと導入し、図33(3)に示すようにバーニングされたレジスト膜3を形成する。

その後、図34(1)に示すように、半導体基板1をドライエッチング工程に導入し、レジスト膜3をマスクとして配線層2のエッチングを行う。こうして、同図(2)のように、レジスト膜3の下のみに配線層2を残したのちは、溶剤によって前記配線層2の上に位置するレジスト膜3の除去を行う(図34(3)参照)。

このような工程を経れば、半導体基板1の表面に配線層2からなる配線パターン4を形成することができる。

しかし、上述した製造プロセスでは、以下に示すような問題点があった。

すなわち、従来のパターニング工程は、そのほとんどが真空状態（減圧環境）で行われている。このため、パターニング工程は、真空処理設備が不可欠である。これら真空処理設備は、その処理を行うにあたり、周辺への排気や冷却水等の

5 基礎設備関連を含めた消費エネルギーが莫大になっており、製造工程に必要なエネルギーの6割以上を占めているという問題があった。

なお、莫大な消費エネルギーが必要となるのは、真空処理設備の次の構成要素が要因であると考えられる。大気圧の環境から真空状態にワークを搬送させるためのチャンバーロードロックや、処理室を真空にするための複数のドライポンプ

10 やターボポンプ、またスループットを向上させるためのチャンバの複数化によつて生じるフットプリントの増大、それに伴うクリーンルーム面積の増大、またそれを維持する基礎設備の増加等が挙げられる。

また、従来のパターン形成工程においては、真空プラズマによるエッチングが行なわれる。ところが、真空プラズマによるエッチングは、エッチングの対象となる膜の材質によってエッティングガスを変える必要がある。このため、これらのエッティングガスに対応したエッティング装置を設置する必要があり、複数の類似の装置を設置するために設備が大型化し、また設備費の増大を招く。

しかも、絶縁膜の形成等に使用されるCVD装置などでは、そのチャンバ内に付着した反応生成物をクリーニングするため、CHF<sub>3</sub>やCF<sub>6</sub>といった地球温暖化係数の高いPFCガスを使用する必要があった。そして、これらのPFCガスは、パターン形成時のエッティングにも使用されている。このため、従来のパターン形成においては、エッティング装置の排ガスやCVD装置の洗浄排ガスの処理にも多大の費用を必要としていた。

## 25 発明の開示

本発明は、上記従来の問題点に着目し、真空装置を用いずにパターンを形成できるようにすることを目的としている。

また、本発明は、パターンを形成するための装置を簡素化し、製造コストを削減することを目的としている。

さらに、本発明は、パターンを形成するために使用するエネルギーを低減することを目的としている。

そして、本発明は、PFCガスを使用せずにパターンを形成できるようにすることを目的としている。

5 上記の目的を達成するために、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成したのち、前記マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給して固化することを特徴としている。液状パターン材は、有機金属化合物の溶液や、無機物質の微粉末を溶媒に溶かしたものなどを使用することができる。

10 このようになっている本発明は、ワークの表面に設けられたマスクに形成したパターン形成用開口部に、液状のパターン材を充填して固化するだけでパターンを形成することができる。従って、本発明は、高価な真空装置を用いる必要がない。このため、本発明は、真空中にワークを搬送させるためのチャンバーロードロックや、処理室を真空にするための複数のドライポンプやターボポンプ、またスループットを向上させるためのチャンバの複数化によって生じるフットプリントの増大、それに伴うクリーンルーム面積の増大、またそれを維持する基礎設備などを必要とせず、設備の簡素化が図れ、またパターン形成のためのエネルギーを削減でき、パターンの形成コストを削減することができる。また、本発明は、CVDなどを行なわないために、成膜装置などを洗浄するために地球温暖化係数20の高いPFCガスを使用する必要がなく、コスト削減が図れるとともに、地球環境への影響を非常に小さくすることができる。しかも、平坦なワークの表面に所望のパターンを容易に形成することができる。

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を有するマスクを形成するマスク形成工程と、前記マスクの開口部に液状パターン材を供給しつつ液状パターン材を乾燥させるパターン材供給工程と、前記ワークから前記マスクを除去する工程と、前記液状パターン材の乾燥した溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、上記と同様に真空装置を用いることなく所望のパターンを形成することができ、上記と同様の効果を得ることができる。そし

て、マスクのパターン形成用開口部に供給した液状パターン材の固化を、液状パターン材の溶媒を蒸発させて乾燥したのちに、溶質を焼成するようにしているため、溶質を充分に固化させるために高温を必要とする場合であっても、急激な加熱によるボイドの発生を防止でき、内部応力の小さな変形のないパターンを得る  
5 ことができる。しかも、本発明は、液状パターン材の供給と液状パターン材の乾燥とを同時に行なっているため、液状パターン材の乾燥に要する時間を省略でき、工程の簡略化を図ることができる。また、この発明は、マスクを除去したのちに溶質の焼成を行なうため、マスクが炭化するなど、マスクにとって好ましくないような高温における溶質の焼成を行なうことができ、緻密なパターンを形成で  
10 きる。

さらに、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を有するマスクを形成するマスク形成工程と、前記マスクの開口部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程と、前記液状パターン材中の乾燥させた溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴としている。

このように、液状パターン材の乾燥は、マスクのパターン形成用開口部への液状パターン材の供給を完了したのちに行なうことができる。このため、この発明においては、液状パターン材の乾燥に時間を要する場合であっても、容易、確実に乾燥させることができ、パターンの形成を効率的に行なうことができる。  
20

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記開口部内に供給された前記液状パターン材を固化する固化工程と、前記パターン材供給工程と前記固化工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークからマスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴としている。  
25

このように、液状パターン材をマスクのパターン形成用開口部に複数回に分けて供給し、パターン材の供給の都度液状パターン材を固化させるようにすると、非常に歪の少ない緻密なパターンが得られるとともに、パターン形状を良好にす

することができる。そして、液状パターン材の供給を一度行なっただけでは形成が困難な膜厚の厚いパターンをも容易に形成することができる。

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材を除去する付着液除去工程と、前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥する乾燥工程と、前記パターン材供給工程と前記付着液除去工程と前記乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程と、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を複数回に分けて供給し、その都度液状パターン材の乾燥と焼成を行なうため、歪の少ない緻密な膜厚の厚いパターンを容易に得ることができる。しかも、液状パターン材を乾燥させる前に、マスクの表面に付着した液状パターン材を除去するようにしているため、固化すると除去することが困難なマスク表面の不要な付着物を容易に除去することができ、マスクの除去も容易となる。

そして、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥する乾燥工程と、前記パターン材供給工程と前記乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、非常に歪の少ない緻密な、しかも変形の少ない形状の優れたパターンを得ることができる。また、この発明は、マスクを例えれば二酸化ケイ素などの絶縁物によって形成し、導電体からなる配線用パターンを形成する場合など、マスクの除去を必要としないパターン形成に特に有用である。

さらに、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、前記開口部へ液状パターン材

を供給するパターン材供給工程と、前記凹部内の前記液状パターン材を固化する固化工程と、前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材からなる固化物を除去する固化物除去工程と、前記パターン材供給工程と前記固化工程と前記固化物除去工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、マスクのパターン形成用開口部への液状パターン材の供給を複数回に分けて行ない、その都度液状パターン材の固化を行なうため、より内部応力の少ない緻密なパターンを得ることができる。そして、マスクの開口部に液状パターン材を供給する都度、マスクに付着した固化物を除去するようにしているため、固化物の除去を比較的容易に行なうことができる。

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥する乾燥工程と、前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去する固化物除去工程と、前記パターン材供給工程と前記乾燥工程と前記固化物除去工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程と、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴としている。

この発明においても、マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給する都度、液状パターン材の乾燥を行なうため、内部応力の小さな緻密なパターンとすることができます。また、液状パターン材の乾燥の都度、マスク表面に付着した固化物を除去するようになっているため、固化物の除去を比較的容易に行なうことができる。

さらに、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥する乾燥工程と、前記液状パターン材を前記開口部に供給した

際に、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去する固化物除去工程と、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程と、前記パターン材供給工程と前記乾燥工程と前記固化物除去工程と前記焼成工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有する

5 ことを特徴としている。

この発明においては、マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給する都度、液状パターン材の乾燥と焼成とを行なうようにしているため、非常に内部応力の小さなより緻密なパターンを得ることができ、膜厚の厚いパターンを容易に形成することができる。

10 マスクは、少なくとも表面が撥液性を有していることが望ましい。マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給する際に、例えばワークを回転させるなどすると、ワークの表面に付着した液状パターン材がワークの表面を容易に移動して開口部に入るため、パターン形成用開口部への液状パターン材の供給を容易、迅速に、かつ均一に行なうことができる。また、マスクの表面が撥液性を有しているため、マスク表面の付着物を容易に除去することができる。

マスクは、フッ素樹脂などの撥液性を有する部材によって形成することができる。このように、マスクを撥液性を有する部材によって形成すると、マスクの撥液処理を省略することができ、工程の簡素化を図ることができる。

請求項 1 または請求項 4 または請求項 7 に係る発明の場合、液状パターン材を固化する場合、液状パターン材を加熱して行なうことができる。加熱による固化は、高価な装置を必要とせず、硬化のための薬品が不要で安全性が高く、工程の簡素化が図れる。もっとも、液状パターン材によっては、電子線や紫外線などを照射して行なってもよい。

液状パターン材の加熱固化は、必要に応じて乾燥工程と焼成工程とを有するようになる。これにより、パターン中にボイドが生じたり、パターンの形状が変形したりするのを避けることができ、内部応力の小さな緻密なパターンを得ることができる。ただし、比較的低い温度、例えば 80 ~ 120°C のような乾燥温度に近い温度で充分に固化する場合、焼成工程を必要としない。また、最初から高温で処理しても差し支えない場合は、乾燥工程を省略してもよい。

請求項 1 の発明の場合、マスクは、必要に応じて除去する。例えば、マスクをフォトレジストなどによって形成した場合、マスクをオゾン水や、大気圧下で活性化させた酸素によってアッシングしたりして除去する。

請求項 1 ないし請求項 4 に係る発明の場合、液状パターン材の固化は、マスクの表面に付着した液状パターン材を除去したのちに行なうことが望ましい。このように液状のときにマスクの表面に付着したもの除去すると、固化してからでは除去が困難な場合であっても、容易に除去することができ、マスクの除去なども容易となる。

請求項 6 の発明の場合、必要に応じてワークからマスクを除去したのちに焼成を行なってよい。焼成温度がマスクの許容温度以上である場合に、予めマスクを除去することにより、充分な焼成を行なうことができるとともに、焼成によってマスクが変質して除去が困難となるのを避けることができる。

請求項 2、請求項 3、請求項 5、請求項 7 または請求項 8 の発明の場合、マスクを高温分解性の部材によって形成することにより、マスクの除去と溶質の焼成とを同時に行なうことができる。これにより、工程の簡素化を図ることができる。

さらに、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を有するマスクを形成するマスク形成工程と、前記マスクの開口部に液状パターン材を供給しつつ液状パターン材を乾燥させるパターン材供給工程と、前記液状パターン材の乾燥した溶質を焼成する焼成工程と、前記ワークから前記マスクを除去する工程とを有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、マスクに形成したパターン形成用開口部に液状パターン材を供給し、それを乾燥、焼成して固化するようになっているため、真空装置を用いることなくパターンを容易に形成することができ、前記と同様の効果が得られる。しかも、液状パターン材の供給と乾燥とを同時に行なっているため、パターンの形成時間を短縮でき、工程の簡素化が図れる。また、本発明は、液状パターン材の乾燥後に焼成を行なうため、形成したパターンにボイドが生じたり、形成したパターンが変形したりするのを防ぐことができる。

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口

部を有するマスクを形成するマスク形成工程と、前記マスクの開口部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、前記液状パターン材中の乾燥させた溶質を焼成する焼成工程と、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴と  
5 している。

この発明においても、真空装置を必要とせず前記と同様の効果が得られる。また、液状パターン材の乾燥を、パターン形成用開口部への液状パターン材の供給を終了したのちに行なうため、乾燥に比較的時間のかかる液状パターン材であつても、確実に乾燥させることができ、ボイドや変形のないパターンを確実に形成  
10 することができる。

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材を除去する付着液除去工程と、前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥する乾燥工程と、前記パターン材供給工程と前記付着液除去工程と前記乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程と、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、マスクのパターン形成用開口部への液状パターン材の供給を複数回に分けて行なうとともに、液状パターン材の供給の都度、液状パターン材の乾燥を行なっているため、内部応力の小さな緻密なパターンを得ることができる。しかも、マスクの表面に付着した液状パターン材を、固化する前に除去しているため、マスク表面の付着物の除去を容易に行なうことができる。

さらに、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥する乾燥工程と、前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除

去する固化物除去工程と、前記パターン材供給工程と前記乾燥工程と前記固化物除去工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程と、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴としている。

5 このようになっている本発明は、マスクのパターン形成用開口部への液状パターン材の供給とその乾燥とを複数回繰り返しているため、ボイドや内部応力の少ない緻密なパターンを得ることができる。しかも、各乾燥工程後に固化物を除去しているため、マスクの表面に付着した不要物を比較的容易に除去することができる。

10 さらに、本発明に係るパターン形成方法は、ワークに設けられた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給して固化させることを特徴としている。

このようになっている本発明は、ワークに設けられたパターン形成用凹部に液状パターン材を供給して固化させるだけであるため、真空装置を用いずに容易にパターンを形成することができ、前記と同様の効果を得ることができる。そして、この発明によれば、例えば従来の方法によって絶縁膜に形成された配線用凹部に、有機金属化合物の溶液などの液状パターン材を供給して固化するだけで配線パターンを形成することができる。すなわち、本発明は、従来方法と組み合せることにより、各種のパターンの形成が可能で、広範囲なパターン形成に適用することができる。

15 20 また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給して固化させる工程を複数回繰り返すことを特徴としている。

このようになっている本発明は、真空装置を使用しないために前記と同様の効果を得ることができるばかりでなく、パターン形成用凹部への液状パターン材の供給と固化とを複数回繰り返してパターンを形成するため、非常に内部応力の小さな緻密なパターンを形成でき、また膜厚の厚いパターンを容易に形成することが可能となる。

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記液状パターン材

を前記凹部に供給した際に、前記ワークの表面に付着した前記液状パターン材を除去する付着液除去工程と、前記凹部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、前記パターン材供給工程と前記付着液除去工程と乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の液状パターン材に含まれていた溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、パターン形成用凹部に供給した液状パターン材を乾燥させ、その後再び液状パターン材を凹部に供給して乾燥させるようにしているため、形成したパターンの形状を良好にすことができる、緻密なパターンを形成できる。しかも、液状パターン材を乾燥させる前に、ワークの表面に付着した液状パターン材を除去するようにしているため、固化すると除去することが困難なワーク表面の付着物を容易に除去することができる。そして、ワーク表面の付着物を除去するようにしているため、電気的に好ましくない付着物の存在による事故などを防ぐことができ、信頼性を向上することができる。

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記凹部に供給した前記液状パターン材を加熱固化する固化工程と、前記液状パターン材を前記凹部に供給した際に、前記ワークの表面に付着した液状パターン材からなる固化物を除去する付着固化物除去工程とを順次複数回繰り返すことを特徴としている。

このようになっている本発明は、パターン形成用凹部に液状パターン材を供給してそれを熱固化することを複数回繰り返したため、内部応力のより小さな緻密なパターンを得ることができる。そして、最後にワークの表面に付着している固化物を除去するようにしているため、工程が簡素になる。

さらに、本発明に係るパターン形成方法は、ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記凹部に供給した前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、前記パターン材供給工程と前記乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の液状パターン材に含まれていた溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、パターン形成用凹部に液状パターン材の供給してそれを乾燥させることを複数回繰り返しているため、内部応力の小さな緻密

な変形の少ないパターンを形成することができる。また、厚いパターンを形成する場合であっても、パターンの内部にボイドが発生したりするのを防止することができる。

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークに設けた所定のパターン形成

5 用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記凹部に供給した前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、前記液状パターン材を前記凹部に供給した際に、前記ワークの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去する付着固化物除去工程と、前記パターン材供給工程と前記乾燥工程と、前記付着固化物除去工程とを一回または複数回繰り返したのち、乾燥後の前記液状パターン材に含まれていた溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、パターン形成用凹部に供給した液状パターン材を乾燥し、さらに溶質の焼成を行なっているため、パターンにボイドなどが発生するのを防ぐことができ、内部応力の小さな緻密なパターンを得ることができ。また、液状パターン材の乾燥後、焼成前に乾燥固化物を除去しているため、ワークの表面に付着した固化物を比較的容易に除去することができる。そして、パターン形成用凹部への液状パターン材の供給、その乾燥、付着固化物の除去を複数回繰り返すことにより、非常に内部応力の小さな緻密なパターンを得ることができ、膜厚の厚いパターンを容易に形成することができる。

20 さらに、本発明に係るパターン形成方法は、ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、前記凹部に供給した前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、前記液状パターン材を前記凹部に供給した際に、前記ワークの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去する付着固化物除去工程と、乾燥後の液状パターン材に含まれていた溶質を焼成する焼成工程とを一回または複数回繰り返すことを特徴としている。

このようになっている本発明は、パターン形成用凹部に供給した液状パターン材を乾燥し、さらに溶質の焼成することにより、形成したパターンにボイドなどがない、形状精度のよいパターンを得ることができる。そして、パターン形成用

凹部への液状パターン材の供給、その乾燥、付着固化物の除去、焼成を複数回繰り返すことにより、より歪の少ない緻密な形状精度のよいパターンを形成でき、膜厚の厚いパターンをも容易に得ることができる。

請求項 2 3 ないし請求項 2 9 の発明においては、ワークの表面を撥液処理した

5 のちに、パターン形成用凹部に液状パターン材を供給することが望ましい。この  
ように、ワークの表面を撥液処理することにより、パターン形成用凹部に液状パ  
ターン材を供給する際に、例えばワークを回転させることにより、ワークの表面  
に付着した液状パターン材が容易に移動してパターン形成用凹部に進入するため  
、凹部への液状パターン材の供給を迅速、均一に行なうことができる。また、ワ  
ークの表面が撥液性を有しているため、ワークの表面の付着物を容易に除去する  
10 ことができる。

さらに、請求項 2 3 ないし請求項 2 9 の発明においては、ワークの表面を撥液  
処理し、さらにパターン形成用凹部の底部を親液処理したのちに、パターン形成  
用凹部に液状パターン材を供給するとよい。このようにすると、上記したように  
、ワークの表面に付着したものを容易に除去できるばかりでなく、形成したパ  
ターンのワークとの密着性を高めることができる。

さらに、請求項 2 3 、請求項 2 6 または請求項 2 6 に係る発明においては、液  
状パターン材を加熱固化することができる。液状パターン材を加熱固化すれば、  
薬品や高価な装置を必要とせず、安全、容易に行なうことができる。液状パ  
ターン材を加熱固化する場合、液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、溶  
質を焼成する焼成工程とから構成することができる。液状パターン材の乾燥後に  
焼成することにより、ボイドの発生を防ぐことができるとともに、内部応力の少  
ない緻密な、形状精度のよいパターンを形成できる。

そして、請求項 2 3 の発明の場合、液状パターン材の固化後に、ワークの表面  
25 に付着した液状パターン材からなる固化物を除去するとよい。これにより、ワー  
クの表面がきれいになり、ワークの表面に存在する不要な付着物による不測の事  
故などを防ぐことができる。

また、請求項 2 3 に係る発明の場合、液状パターン材の固化は、液状パターン  
材を凹部に供給した際にワークの表面に付着した液状パターン材を除去したのち

に行なってよい。これにより、固化したときに除去が困難となるワーク表面の付着物を容易に除去することができる。

そして、請求項 27 の発明においては、ワークの表面に付着した液状パターン材による乾燥固化物を除去したのちに焼成工程を行なうことができる。これにより、焼成した場合に除去が困難となるワーク表面の付着物を比較的様に除去することができる。

また、本発明に係るパターン形成方法は、ワークの表面に有機膜を設ける工程と、前記有機膜に所定パターンの凹部を形成する工程と、前記凹部を無機材料によって埋める工程と、前記凹部の内部以外の前記無機材料を除去する工程と、前記有機膜を除去して無機材料からなるパターンを残す工程とを有することを特徴としている。

すなわち、本発明は、上述した各工程が、全て大気圧または大気圧近傍の環境でおこなうことができる。このため真空設備を設ける必要がなく、当該設備を稼働させるためのエネルギーを削減することが可能になる。さらにワーク表面に形成されたものを除去するという工程から凹部につける／埋めるといった工程に転換したことから、従来の装置に付着したものを除去するために用いられていた PFC ガスの使用を無くすることができる。従って、パターン形成の費用が低減でき、地球環境への影響を小さくできる。

無機材料による凹部を埋める工程は、無機材料を含む溶液を塗布して行なうことができる。これにより、無機材料は、流動性を有することから凹部にも確実に進入し、有機膜を確実に覆うことが可能になる。そして、無機材料は、液体または液体と気体の混合状態であってよい。気液混合状態にすると、大気圧にてワークに対し容易に塗布をおこなうことができる。また、気液混合の形態とすれば、添加ガス等により形成する膜の組成の改質等を自在におこなうことが可能になる。

無機材料の塗布は、スピンドルコートによって行なうことができる。無機材料をスピンドルコートすることにより、遠心力にてワークの表面に均一に無機材料を塗布することができ、さらに凹部にも無機材料を確実に行き渡らせることが可能になる。また、無機材料の塗布は、吹き付けによって行なってもよい。このようにすると、任意の圧力で無機材料を有機膜の上層に吹き付けることから、凹部にも前記

圧力によって無機材料を確実に充填させることができる。

凹部の内部以外の無機材料を除去する工程は、エッティング液の塗布にて行なうことができる。エッティング液による無機材料の除去は、エッティング液が流動性を有することから、無機材料全面に容易に広がらせることができ、前記無機材料の

全面でエッティングを確実に行わせることができる。そして、エッティング液は、液体または液体と気体の混合状態としてよい。これにより、大気圧にてワークに対し容易に塗布をおこなうことができる。また、気液混合の形態とすれば、添加ガス等により形成する膜の組成の改質等を自在におこなうことが可能になる。さらに、エッティング液の塗布は、スピンドルエッチによって行なうとよい。スピンドルエッチをすることにより、遠心力にてワークの表面に均一にエッティング液を塗布することが可能になり、エッティング速度の均一化を図ることができる。また、エッティング液の塗布は、吹き付けによって行なってもよい。この方法によれば、任意の圧力でエッティング液を無機材料の上層に吹き付けることから、無機材料の全面に対してエッティング液を確実に塗布させることができ、エッティング工程を確実に行わせることができる。

凹部の内部以外の無機材料を除去する工程は、CMPにて行なうことができる。CMPを行なうことにより、均一に無機材料の除去が行えるとともに、真空設備を設けることなく、大気圧のもとで有機膜を除去することができるので、真空設備を稼働させるだけのエネルギーの削減を達成することが可能になる。

そして、有機膜は、大気圧プラズマによって除去することができる。大気圧プラズマによって有機膜を除去することにより、真空設備を設けることなく、大気圧のもとで有機膜を除去することができるので、真空設備を稼働させるだけのエネルギーの削減を達成することができる。

そして、上記のパターン形成方法を実施するためのパターン形成装置は、ワークの表面に塗布されて固化したマスク材にパターン形成用開口部を設けてマスクにするマスク形成部と、前記固化したマスク材または前記マスクを撥液処理する撥液処理部と、前記マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給するパターン材供給部と、前記パターン形成用開口部内の前記液状パターン材を固化する固化部と、を有することを特徴としている。

このようになっている本発明は、真空装置を使用しないために設備をコンパクトにでき、消費エネルギーも削減でき、パターンを形成するためのコストを低減することができる。しかも、本発明は、PFCガスを使用する必要がなく、地球環境の負荷を低減することができる。

5 また、本発明に係るパターン形成装置は、ワークの表面に塗布されて固化したマスク材にパターン形成用開口部を設けてマスクにするマスク形成部と、前記固化したマスク材または前記マスクを撥液処理する撥液処理部と、前記マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給するパターン材供給部と、前記パターン形成用開口部内の前記液状パターン材を固化する固化部と、前記液状パターン材の固化後に前記マスクを除去するマスク除去部と、を有することを特徴としている。この発明においても、上記と同様の効果が得られる。

撥液処理部は、大気圧またはその近傍の圧力下においてフッ素系ガスをプラズマ化して固化したマスク材またはマスクに供給するプラズマ生成手段を有するように構成できる。フッ素系のガスをプラズマ化してマスク材またはマスクに供給することにより、固化したマスク材またはマスクを容易に撥液処理することができる。従って、撥液性を有するマスクを容易に形成することが可能となる。

撥液処理部は、フッ素化合物をプラズマ化し、固化的したマスク材またはマスクの表面にフッ素樹脂膜を重合する重合手段を有するようにしてもよい。このように、撥液処理を、撥液性を有するフッ素樹脂の重合膜を形成しておこなうと、活性なフッ素によっては撥液化できないシリコンやガラスであっても容易に撥液処理をすることができる。そして、撥液処理部には、撥液処理したマスクのパターン形成用開口部内を親液化する親液処理手段を設けることが望ましい。親液処理手段によって、撥液化されたパターン形成用開口部内を親液化することにより、形成したパターンのワークに対する密着性を向上させることができる。

25 また、本発明に係るパターン形成装置は、パターン形成用開口部を有する撥液性膜からなるマスクをワークの表面に形成するマスク形成部と、前記マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給するパターン材供給部と、前記パターン形成用開口部内の前記液状パターン材を固化する固化部と、前記液状パターン材の固化後に前記マスクを除去するマスク除去部と、を有することを特徴とし

ている。このようになっている本発明は、マスク自体が撥液性を有するため、マスクの撥液処理が不要で、装置の簡素化がはかれる。

マスク形成部には、フッ素化合物をプラズマ化し、転写マスクを介して前記ワークの表面にフッ素樹脂膜を重合する重合手段を設けることができる。これにより、撥液性を有するマスクを容易に形成することができる。

パターン材供給部には、マスクの表面に付着した液状パターン材を除去する付着液除去手段を設けることができる。これにより、マスクに付着した液状パターン材が固化する前に、マスクに付着したもの除去でき、付着物の除去が容易に行なえる。

パターン材供給部は、液状パターン材を微粒化してマスク上に滴下する微粒化手段を有するようにするとよい。微粒化手段によって液状パターン材を微粒化することにより、液状パターン材を用いて微細なパターンを形成することができる。そして、パターン材供給部には、ワークを回転させる回転手段を設けるとよい。回転手段によってワークを回転させることにより、ワークの表面に付着した液状パターン材をパターン形成用開口部に供給できるとともに、ワークの全体にわたって設けたパターン形成用開口部のそれぞれに、液状パターン材を均一に供給することができる。また、ワークを回転させることにより、マスクの上に付着した不要な液状パターン材に遠心力を作用させて除去することができる。

パターン材供給部には、ワークに直流電圧を印加し、微粒化した前記液状パターン材に静電引力を作用させてワークに吸着させる電圧付与手段を設けることが望ましい。ワークに電圧を印加して微粒化した液状パターン材を吸着することにより、液状パターン材のパターン形成用凹部への充填速度を高めることができる。

固化部は、パターン材供給部に設けた液状パターン材を加熱固化する加熱手段を有する。パターン供給部に固化部となる加熱手段を設けることにより、パターン形成用開口部に液状パターン材を供給しつつ、パターン形成用開口部に供給した液状パターン材を加熱固化することができ、パターン形成に要する時間を短縮することができる。

一方、本発明に係る半導体デバイスは、上記したいずれかのパターン形成方法

を使用して製造した構成とした。これにより、上記効果を伴った半導体デバイスを製造することができる。

そして、本発明に係る電気回路は、上記したいづれかのパターン形成方法を使用して製造した構成とした。これにより、上記効果を伴った電気回路を製造する  
5 ことができる。

また、本発明に係る表示体モジュールは、上記したいづれかのパターン形成方法を使用して製造した構成とした。これにより、上記効果を伴った表示体モジュールを製造することができる。

さらに、本発明に係るカラーフィルタは、上記したいづれかのパターン形成方法を使用して製造した構成とした。これにより、上記効果を伴ったカラーフィルタを製造することができる。

また、本発明に係る発光素子は、上記したいづれかのパターン形成方法を使用して製造した構成とした。これにより、上記効果を伴った発光素子を製造することができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施の形態に係るパターン形成装置の概略ブロック図である。

図 2 は、第 1 実施形態に係るパターン形成装置のマスク形成部の説明図である

20

図 3 は、第 1 実施形態に係るパターン形成装置の撥液処理部の説明図である。

図 4 は、第 1 実施形態に係るパターン形成装置のパターン材供給部の説明図である。

図 5 は、本発明の第 2 実施形態に係るパターン形成装置の概略ブロック図である。

図 6 は、第 2 実施形態に係るパターン形成装置のマスク形成部の説明図である

。図 7 は、本発明の実施の形態に係る第 1 のパターン形成方法を説明するフローチャートである。

図 8 は、本発明の実施の形態に係る第 2 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

図 9 は、本発明の実施の形態に係る第 3 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

5 図 10 は、本発明の実施の形態に係る第 4 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

図 11 は、本発明の実施の形態に係る第 5 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

10 図 12 は、本発明の実施の形態に係る第 6 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

図 13 は、本発明の実施の形態に係る第 7 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

図 14 は、本発明の実施の形態に係る第 8 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

15 図 15 は、本発明の実施の形態に係る第 9 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

図 16 は、本発明の実施の形態に係る第 10 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

20 図 17 は、本発明の実施の形態に係る第 11 のパターン形成方法を説明するフロー  
チャートである。

図 18 は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法を半導体基板に適用し  
た場合の製造工程説明図である。

図 19 は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法を半導体基板に適用し  
た場合の製造工程説明図であって、図 18 に続く工程の説明図である。

25 図 20 は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法を半導体素子の製造工  
程における素子間分離の方法に適用した場合の製造工程説明図である。

図 21 は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法を半導体素子の製造工  
程における素子間分離の方法に適用した場合の製造工程説明図であって、図 20  
に続く工程の説明図である。

図22は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法をFETのゲート電極の形成工程に適用した場合の製造工程説明図である。

図23は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法をFETのゲート電極の形成工程に適用した場合の製造工程説明図であって、図22に続く工程の説明  
5 図である。

図24は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法を配線層間のコンタクト形成工程に適用した場合の製造工程説明図である。

図25は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法を配線層間のコンタクト形成工程に適用した場合の製造工程説明図であって、図24に続く工程の説明  
10 図である。

図26は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法を配線層間のコンタクト形成工程に適用した場合の製造工程説明図であって、図25に続く工程の説明  
15 図である。

図27は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法によるITO電極の形成工程を説明する図である。

図28は、本発明の実施の形態に係るパターン形成方法によるITO電極の形成工程を説明する図であって、図27に続く工程の説明図である。

図29は、乾燥温度の上昇速度とパターン被膜の表面形状との相関関係の説明  
20 図である。

図30は、微細構造体の一例を示す一部断面図である。

図31は、微細構造体の他の例を示す一部断面図である。

図32は、絶縁性被処理物に使用する電極の説明図である。

図33は、従来のパターン形成方法の一例を示す工程図である。

図34は、従来のパターン形成方法の一例を示す工程図であって、図33に続く工程の説明図である。  
25

### 発明を実施するための最良の形態

本発明に係るパターン形成方法および装置並びに半導体デバイス、電気回路、表示体モジュール並びに発光素子の好ましい実施の形態を、添付図面に従って詳

細に説明する。

図1は、本発明の第1実施形態に係るパターン形成装置の概略ブロック図である。図1において、パターン形成装置10は、半導体基板などのワークの表面にマスクを形成するマスク形成部100と、マスクの表面を撥液処理する撥液処理部200と、マスク形成部100によって形成されたマスクに設けられたパターン形成用開口部に液状パターン材を供給するパターン材供給部300とを有する。

また、パターン形成装置10は、図1の破線に示したように、必要に応じてマスク除去部400とパターン材固化部500とを設けることができる。このマスク除去部400は、液状パターン材が固化したのちに、ワークからマスクを除去するためのものである。そして、パターン材固化部500は、液状パターン材を加熱固化する工程を設ける必要がある場合などに設置される。

第1実施形態に係るマスク形成部100は、マスク材としてフォトレジストなどの液状のマスク材が用いられ、図2に示したように、マスク材塗布ユニット110とマスク材パターニングユニット120とを備えている。マスク材塗布ユニット110は、半導体基板やガラス基板などのワーク20を配置するテーブル112を有する。また、マスク材塗布ユニット110は、テーブル112の上方に、マスク材であるフォトレジスト114を滴下または噴霧するレジスト供給部116を備えている。そして、テーブル112は、実施形態の場合、モータ118によって矢印119のように回転自在となっている。これにより、マスク材塗布ユニット110は、フォトレジスト114をいわゆるスピンドルコートし、均一な厚さのレジスト膜(マスク材)が得られるようしている。

マスク材パターニングユニット120は、フォトリソグラフィー法によってレジスト膜を露光、現像できるようになっていて、露光部122と現像部124とから構成してある。露光部122は、紫外線などの光126を放射する光源128を備えている。光126は、レンズ130を介してレチクルなどの転写マスク132に照射される。そして、転写マスク132を透過した光126は、コンデンサレンズ134によって集光され、ステージ136の上に配置したワーク20に照射され、レジスト膜を露光する。

レジスト膜の露光を完了したワーク20は、現像部124において現像液138に浸漬され、マスク材であるレジスト膜にパターン形成用開口部(凹部)が形成されることにより、マスクが完成する。なお、現像は、いわゆるスピニエッチングと同様に行なうことができる。すなわち、ワーク20を回転させるとともに、回転しているワーク20に現像液138を滴下して現像を行なってもよい。また、フォトレジスト114は、露光部が不溶性となるネガ型、露光部が可溶性となるポジ型のいずれであってもよい。

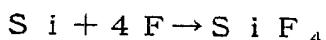
なお、マスク材パターニングユニット120は、電子ビームをレジスト膜に照射して直接パターンを描画するように構成してもよい。

10 撥液処理部200は、例えば図3のようになっていて、放電ユニット210を備えている。放電ユニット210は、原料配管212を介して原料ガス供給源214からCF<sub>4</sub>などのフッ素系ガスが大気圧状態で供給される。そして、放電ユニット210は、プラズマ生成手段となっていて、CF<sub>4</sub>を介した气体放電によってフッ素イオンなどの活性なフッ素を生成する。

15 放電ユニット210において生成された活性なフッ素を含む処理ガス216は、ワーク20を配置した処理チャンバ218に処理ガス配管220を介して供給される。そして、処理チャンバ218に供給された処理ガス216中の活性なフッ素は、ワーク20の表面に形成されたレジスト膜の表層部をフッ化して撥液化する。

20 なお、ワーク20が半導体基板やガラス基板である場合、レジスト膜に設けたパターン形成用開口部から露出したワーク20に処理ガスが接触すると、

#### 【化1】



の反応を生じて気体となるため、ワーク20自体が撥液化されることはない。そして、この撥液処理は、レジスト膜をパターニングする前に行なってもよい。レジスト膜のパターニング前に撥液化すると、ワーク20が活性なフッ素によって撥液化されるような材料からなる場合に、ワーク自体の撥液化を避けることができ、撥液処理後に親液処理をしなくとも、形成したパターンの充分な密着性を確保することができる。

さらに、撥液処理は、後述する撥液性の重合膜(例えば、フッ素樹脂重合膜)をレジスト膜の表面に形成して行なってもよい。この場合、ワーク20のパターン形成用開口部内に形成された撥液膜は、紫外線や電子線など電磁波や放射線を照射して親液化したり除去することが望ましい。

5 パターン材供給部300は、図4に示したように、液状パターン材を微粒化するためのアトマイザ311と、アトマイザ311によって微粒化した液状パターン材312を噴霧するためのシャワーへッド310とを備えている。アトマイザ311は、実施形態の場合、ワーク20に幅が1μm以下の微細なパターンを形成するため、液状パターン材312を粒径が0.2μm程度に微粒化できるものを使用している。このような微細な液体の粒子は、米国のプリマックス社(P.R.I.M.A.X.X. I.n.c.)の微粒化装置により実現することができる。

アトマイザ311には、液状パターン材供給源314と噴霧ガス供給源316とが接続してある。液状パターン材供給源314は、有機金属溶液などの液状パターン材312をアトマイザ311に供給する。また、噴霧ガス供給源316は、窒素ガスなどの高圧の不活性なガスをアトマイザ311に供給する。そして、アトマイザ311は、高圧のガスと液状パターン材312とを噴出することにより、液状パターン材312をミスト状の微粒子にし、このミスト状微粒子がシャワーへッド310から噴霧される。この噴霧された液状パターン材312の微粒子は、周知のように正負に帯電する。

20 シャワーへッド310の下方には、表面にマスクを設けたワーク2.0を配置する処理ステージ318が設置してある。処理ステージ318は、回転手段であるモータ320の回転軸322に取り付けてあって、矢印324のように回転自在となっている。実施形態のパターン材供給部300は、処理ステージ318を回転させることにより、マスクに設けたパターン形成用開口部への液状パターン材312の供給を容易にし、マスクの表面に付着した不要な液状パターン材312を除去することが可能となる。

また、処理ステージ318は、加熱手段であるヒータ326を内蔵していて、マスクに設けたパターン形成用開口部(パターン形成用凹部)内に供給された液状パターン材312を乾燥、あるいは加熱固化できるようになっている。さらに、

処理ステージ318は、図示しない摺動接点などを介して直流電源328に接続してある。

直流電源328は、電圧付与手段を構成していて、処理ステージ318を介してワーク20に正の直流電圧を印加する。これにより、シャワーヘッド310から噴霧された際に負に帯電した液状パターン材312の微粒子は、ワーク20に与えられている正の直流電圧による静電引力によってワーク20に引き付けられ、ワーク20に吸着される。従って、マスクに設けたパターン形成用開口部への微粒の液状パターン材312の供給を効率よく迅速に行なえるばかりでなく、液状パターン材312を空気中に浮遊するような微粒子にした場合であっても、液状パターン材312を確実にパターン形成用開口部に供給することができる。

この実施形態のパターン材供給部300は、付着液除去手段であるエアナイフ330を有している。このエアナイフ330は、高圧空気源332からの圧縮空気を吹き出し、パターン形成用開口部に液状パターン材312を供給した際に、マスクの表面(上面)に付着した不要の液状パターン材312を除去する。

なお、付着液除去手段は、モータ320であってもよい。すなわち、モータ320の回転速度を大きくし、マスクの表面に付着した液状パターン材312に遠心力を与えて除去するようにしてもよい。また、付着液除去手段は、モータ320と処理ステージ318とを設置した図示しない架台を傾斜させるシリンド等によって構成し、架台を介してワーク20を傾斜させ、搬液処理したマスクの表面に付着した液状パターン材312を転がり落とすようにしてもよい。

なお、パターン材供給部300は、例えばインクジェットプリンタのプリンタヘッドのような吐出装置によって構成し、液状パターン材312をパターン形成用凹部に選択的に供給するようにしてもよい。このように、液状パターン材312を開口部に選択的に供給するように構成すると、マスクの表面に液状パターン材312が付着するのを防ぐことができ、不要な付着液の除去や、後述するマスクの表面に付着した液状パターン材による固着物を除去する工程をなくすことができる。また、パターン材供給部300は、回転しているワーク20に液状パターン材を滴下し、スピンドルコートのようにしてパターン形成用開口部にパターン材を注入できるように構成してもよい。

マスク除去部 400 は、マスクであるレジスト膜を溶解可能な有機溶媒や、オゾン水などの機能水を貯溜したマスク除去槽(図示せず)を有している。勿論、マスク除去部 400 は、大気圧下において酸素やオゾンなどをプラズマ化してアッシングする放電装置を有するように構成したり、酸素やオゾンに紫外線やレーザ光、電子線を照射して活性化し、活性な酸素原子によってアッシングできるように構成したり、超臨界水によってアッシングするように構成してもよい。また、マスク除去部 400 には、マスクの表面に付着した液状パターン材 312 による固化物を容易に除去できるように CMP (Chemical Mechanical Polishing) 装置や、スピニエッチング装置などを設けてもよい。

10

パターン材固化部 500 は、パターン形成用開口部内の液状パターン材 312 を加熱固化する加熱手段であるヒータを設けた加熱チャンバ、あるいはトンネル炉(いずれも図示せず)として構成することができる。また、パターン材固化部 500 は、赤外線ヒータやレーザ光、電子線の照射によって液状パターン材 312 を硬化させるようにしてもよい。そして、液状パターン材 312 の固化は、空素ガス中などの不活性な雰囲気で行なうことが望ましい。不活性雰囲気でパターン材の固化を行なえば、例えばパターンが酸化しやすい金属によって形成される場合であっても、パターンの酸化を防ぐことができ、電気的特性などの劣化を防止することができる。

20 図 5 は、第 2 実施形態に係るパターン形成装置の概略ブロック図である。この第 2 実施形態のパターン形成装置 10A は、マスク形成部 150 とパターン材供給部 200 を備えている。ただし、第 2 実施形態のパターン形成装置 10A は、第 1 実施形態のパターン形成装置 10 において設けられていた撥液処理部を有していない。そして、パターン形成装置 10A は、必要に応じてマスク除去部 400 とパターン材固化部 500 とを設けることができる。

25 第 2 実施形態に係るパターン形成装置 10A のマスク形成部 150 は、図 6 のようになっていて、撥液性の膜からなるマスクを形成できるようにしてある。

図 6において、マスク形成部 150 は、成膜処理室 152 を有し、成膜処理室 152 内に設けた成膜ステージ 154 の上に、半導体基板やガラス基板などのワ

ーク 20 を配置するようにしてある。また、成膜処理室 152 は、処理ステージ 154 の上方に、高周波電源 156 に接続した高周波電極 158 が配設してある。そして、成膜ステージ 154 は、接地電極となっていて、成膜ステージ 154 と高周波電極 158 との間に高周波電圧が印加できるようにしてある。

5 なお、ワーク 20 の上面には、金属などから形成した転写マスク 24 が着脱自在に配置される。この転写マスク 24 は、後述する撥液性マスクに設けるパターン形成用開口部に対応した部分を覆うようになっていて、パターン形成用開口部に対応した部分以外の部分が開口部となっている。また、成膜ステージ 154 は、水冷コイルなどの冷却部(図示せず)を有していて、上面に配置したワーク 20  
10 を冷却して重合膜の形成を促進するようにしてある。

成膜処理室 152 は、真空ポンプ 160 が排気管 162 を介して接続してあって、内部を減圧できるようにしてある。また、成膜処理室 152 には、流量制御弁 164 を備えた供給配管 166 を介して、成膜原料供給部 168 が接続してある。この成膜原料供給部 168 は、 $C_4F_{10}$  や  $C_8F_{18}$  などの直鎖状 PFC からなる液体フッ素化合物 170 を貯溜する容器 172 を有している。そして、容器 172 には、加熱部となるヒータ 174 が設けてあって、液体フッ素化合物 170 を加熱して気化できるようになっている。また、供給配管 166 の流量制御弁 164 の下流側には、流量制御弁 175 を備えたキャリア配管 176 を介して、キャリアガス供給部 178 が接続してある。キャリアガスには、窒素やアルゴンなどの不活性なガスを使用する。特に、容易に放電させることができるアルゴンが望ましい。

このマスク形成部 150 によってマスクを形成する場合、転写マスク 24 を載せたワーク 20 を成膜ステージ 154 の上に配置する。その後、真空ポンプ 160 によって成膜処理室 152 内を減圧し、成膜処理室 152 に液体フッ素化合物 170 の蒸気をキャリアガスとともに導入する。そして、高周波電源 156 によって高周波電極 158 と成膜ステージ 154 との間に高周波電圧を印加し、気体放電を発生させて液体フッ素化合物 170 の蒸気をイオン化する。

イオン化された液体フッ素化合物 170 は、ワーク 20 と転写マスク 24 との上において重合し、撥液性のフッ素樹脂重合膜を形成する。すなわち、ワーク 2

0は、パターン形成用開口部に対応する部分が転写マスク24によって被われているため、パターン形成用開口部に対応した部分以外の部分に撥液性フッ素樹脂重合膜が形成される。そして、所定時間の重合膜の成膜を終了してワーク20を成膜処理室152から取り出し、転写マスク24をワーク20の上から取り除くことにより、パターン形成用開口部が設けられた撥液膜からなるマスクを有するワーク20が得られる。従って、第2実施形態に係るパターン形成装置10Aは、マスクの撥液処理をする必要がない。このため、マスク形成部150においてマスクを形成されたワーク20は、直接パターン材供給部300に移送され、前記と同様にしてマスクのパターン形成用開口部に液状パターン材312が供給される。

10

なお、図6の破線に示すように、供給配管166には、流量制御弁180を有する配管182を介して、添加ガス供給部184を接続することもできる。この場合には、添加ガス供給部184からCF<sub>4</sub>を添加ガスとして液体フッ素化合物170の蒸気に添加する。成膜処理室152では、このフッ素化合物170とCF<sub>4</sub>との混合ガスをプラズマ化する。すると、添加ガスのフッ素が活性化し、活性化したフッ素が、液体フッ素化合物170の重合の際に重合膜に取り込まれるために、重合膜の撥液性を向上させることができる。

また、ワーク20の前面にフッ素樹脂重合膜を形成し、この重合膜に紫外線や電子線のビームを照射し、フッ素樹脂重合膜の一部を分解除去してパターンングすることによりマスクを形成するようにしてもよい。さらに、撥液性膜によってマスクを形成する場合、図2に示したマスク形成部100によっても得ることができる。すなわち、マスク材塗布ユニット110を用いて撥液性のレジスト剤(例えば、フッ素樹脂系のフォトレジストをワーク20に塗布して乾燥させ、マスク材パターンングユニット120によってパターン形成用開口部を設けてマスクを形成することができる。

図7は、本発明の第3実施形態の説明図であって、第1のパターン形成方法の工程フローチャートである。この第1のパターン形成方法は、まず、図1のステップS100に示したように、マスク形成工程においてワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成する。このマスク形成工程S100は、図1

に示したマスク形成部 100において行なわれる。すなわち、マスク形成部 100の、図 2 に示したマスク材塗布ユニット 110 にワーク 20 を搬入する。そして、マスク材塗布ユニット 110 によりワーク 20 の表面にフォトレジスト 114 を塗布し、乾燥させる。

5 その後、ワーク 20 をマスク材パターニングユニット 120 に移送する。そしてマスク材パターニングユニット 120 の露光部 122 においてマスク材であるレジスト膜を露光し、さらに現像部 124 において現像する。これにより、レジスト膜にパターン形成用開口部が設けられたマスクがワーク 20 の表面に形成される。なお、レジスト膜に電子線やレーザ光を照射してパターン形成多用開口部を  
10 直接描画して形成してもよい。

次に、撥液処理部 200 においてマスクの表面を撥液処理する(ステップ S 101)。このマスク撥液処理工程は、図 3 に示した放電ユニット 2110 において活性なフッ素を生成し、ワーク 20 を配置した処理チャンバ 218 に供給することにより行なうことができる。なお、ワーク表面の撥液処理は、図 6 に示したような装置によって、マスクの表面にフッ素樹脂重合膜、シリコーン重合膜のような撥液膜を形成して行なってもよい。図 3 に示した方法によって撥液処理を行なった場合、パターン形成用開口部内に存在する撥液膜は、紫外線や電子線、レーザ等によって親液処理をしたり、除去することが望ましい。また、マスクを図 5、図 6 に示したように、マスク形成部 150 によって撥液性の膜によって形成した場合、図 7 の破線に示したようにマスク撥液処理工程を省略することができる。

その後、ステップ S 102 に示したように、マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材 312 を供給するパターン材供給工程を行なう。このパターン材供給工程 S 102 は、図 4 に示したパターン材供給部 300 において行なわれる。すなわち、モータ 320 によって処理ステージ 318 を介してワーク 20 を回転させるとともに、液状パターン材 312 をアトマイザ 311 によってミスト状の微粒子にし、この微粒子をシャワー ヘッド 310 から噴出し、噴出したミスト状微粒子を、直流電源 328 によって直流電圧が印加されているワーク 20 に静電引力によって吸着させる。

このように、ワークを回転させた状態で液状パターン材312の供給を行なうと、搬液処理したマスクの表面に降下した液状パターン材312が遠心力によつてマスクの表面を移動し、容易にパターン形成用開口部に進入する。従つて、パターン材の供給を迅速に行なうことが可能であるとともに、各パターン形成用開口部に均一に液状パターン材312を供給することができ、一様な厚さ(高さ)を有するパターンの形成が可能となる。

なお、ワーク20に形成したマスクのパターン形成用開口部への液状パターン材312の供給は、液状パターン材312をスピンドルコートするようにして行なつてもよいし、インクジェットプリンタのプリンタヘッドのような定量吐出装置を用いて行なつてもよい。

液状パターン材312をパターン形成用開口部に供給したならば、エアナイフ330から圧縮空気を吹き出し、マスクの表面に付着している液状パターン材を除去する付着液除去工程を行なう(ステップS103)。ただし、付着液除去工程は、図4に示したモータ320によってワーク20を高速回転させ、マスクの表面に付着している液状パターン材312に遠心力を与えて除去してもよいし、ワーク20を傾斜させて行なつてもよい。また、付着液除去工程は、ワーク20を回転させた状態、またはワーク20を傾斜させた状態でエアナイフ330を作動させて行なうこともできる。

このように、マスクの表面に付着した液状パターン材312をパターン形成用開口部に液状パターン材を供給した段階で除去すると、不要なパターン材を容易に除去することができる。このため、後述する乾燥工程などにおいて固化した除去しがたい液状パターン材による固化物の除去工程をなくせ、マスクの除去を容易に行なうことができる。なお、前記した定量吐出装置によってパターン形成用開口部に直接液状パターン材を供給する場合、ステップS103の付着液除去工程を省略することができる。

その後、パターン形成用開口部に供給した液状パターン材312の乾燥を行なう(ステップS104)。この液状パターン材312の乾燥は、液状パターン材312に含まれている溶媒を蒸発させることが主な目的であつて、通常、ワーク20を80～120℃に加熱して行なう。そして、パターン材乾燥工程は、図4に

示した処理テーブル 318 に内蔵したヒータ 326 によって行なってもよいし、図示しないトンネル炉、赤外線ヒータ、レーザ光などによって行なってもよい。また、パターン材乾燥工程は、パターンが酸化されるのを防ぐため、窒素雰囲気などの不活性な雰囲気中で行なうことが望ましい。勿論、パターンが酸化されるおそれがない場合や、酸化された方が望ましい場合などは、酸化雰囲気中で行なってもよい。

次に、マスク除去工程を行なう(ステップ S105)。このマスク除去工程は、従来の半導体装置の製造工程と同様に、レジスト膜を溶解可能な液にワーク 20 を浸漬して行なうことができる。また、マスク除去工程は、ワーク 20 をオゾン水などの機能水に浸漬したり、超臨界水によってレジスト膜からなるマスクをアシシングするようにしてもよい。さらに、マスク除去工程は、スピニエッチングと同様に、ワーク 20 を回転させるとともに、回転しているワーク 20 の上面にレジスト除去液を滴下して行なってもよい。そして、マスク除去工程は、酸素やオゾンを大気圧状態の放電や、酸素やオゾンに紫外線や電子線などを照射して活性な酸素を生成し、活性な酸素によってマスクをアシシングしてもよい。

マスクを除去した後は、図 1 に示したパターン材固化部 500 において、パターン形成用開口部に供給した液状パターン材に含まれていた溶質の焼成を行ない、溶質の固化反応を終了させる(ステップ S106)。このパターン材焼成工程は、通常、ワーク 20 をパターン材乾燥工程より高温の 150°C 以上で行なう。

これにより、ワーク 20 の表面に所定の緻密なパターンを形成することができる。しかも、この第 1 のパターン形成方法においては、液状パターン材 312 をパターン材乾燥工程において乾燥したのち、パターン材焼成工程において焼成するようしているため、液状パターン材 312 が固化する際に、内部にボイドが発生したり、形成したパターンの表面が凹状に変形するなどを防ぐことができる。

なお、パターン材焼成工程は、パターン材乾燥工程と同様に不活性な雰囲気中で行なうことが望ましい。また、液状パターン材 312 が、前記したステップ S104 のパターン材乾燥工程において、溶質の固化反応を充分に進めることができるようなものである場合、またはステップ S104 の乾燥工程において、ワー

ク 2 0 を パ タ ー ン 材 焼 成 工 程 に お け る 焼 成 温 度 に 相 当 す る 高 い 温 度 に 加 热 可 能 で あ る 場 合 、 この ス テ ン プ S 1 0 6 の パ タ ー ン 材 焼 成 工 程 を 省 略 す る こ と が で き る

図 8 は、 本 発 明 に 係 る 第 2 の パ タ ー ン 形 成 方 法 の フ ロ ー チ ャ ー ト で あ る。 この  
5 第 2 の パ タ ー ン 形 成 方 法 は、 ま ず、 ス テ ン プ S 1 1 0 に 示 し た よ う に、 ワ ク 2  
0 の 表 面 に マ ス ク を 形 成 す る。 そ の 後、 マ ス ク の 摺 液 处 理 と (ス テ ン プ S 1 1 1)  
、 マ ス ク に 設 け た パ タ ー ン 形 成 用 開 口 部 に 液 状 パ タ ー ン 材 を 供 給 す る パ タ ー ン 材  
供 給 工 程 (ス テ ン プ S 1 1 2) と を 順 次 行 な う。 こ れ ら の マ ス ク 形 成 工 程 、 マ ス ク  
10 摺 液 处 理 工 程 、 パ タ ー ン 材 供 給 工 程 は、 前 記 し た 第 1 の パ タ ー ン 形 成 方 法 と 同 様  
に 行 な う こ と が 可 能 で あ る。 そ し て、 マ ス ク を 摺 液 膜 に よ つ て 形 成 し た 場 合、 ス  
テ ン プ S 1 1 1 の マ ス ク 摺 液 处 理 を 省 略 す る こ と が で き る。

次 に、 マ ス ク の パ タ ー ン 形 成 用 開 口 部 に 供 給 し た 液 状 パ タ ー ン 材 3 1 2 の 乾 燥  
を行 な う (ス テ ン プ S 1 1 3)。 この 乾 燥 工 程 も 前 記 と 同 様 に 行 な つ て よ い。 そ し て、 乾 燥 工 程 を 終 了 し た な ら ば、 マ ス ク の 表 面 に 付 着 し た 液 状 パ タ ー ン 材 3 1 2  
15 か ら な る 乾 燥 固 化 物 (図 示 せ ず) を 除 去 す る。 この 乾 燥 固 化 物 の 除 去 は、 乾 燥 固 化  
物 を エ ッ チ ン グ 可 能 な エ ッ チ ン グ 液 に ワ ク 2 0 を 浸 渍 し た り、 ま た は エ ッ チ ン  
グ 液 を 用 い た ス ピ ン エ ッ チ ン グ、 も し く は C M P な ら ば 行 な う こ と が で き る。

な お、 図 4 に 示 し た シ ャ ワ ー ヘ ッ ド 3 1 0 に よ つ て 液 状 パ タ ー ン 材 3 1 2 を パ  
タ ー ン 形 成 用 開 口 部 に 供 給 す る 際 に、 处 理 テ ー ブ ル 3 1 8 に 内 藏 し た ヒ エ タ 3 2  
20 6 に よ つ て ワ ク 2 0 を 加 热 し、 パ タ ー ン 材 の 供 給 と 乾 燥 と を 同 時 に 行 な う 場 合  
、 図 8 の 破 線 に 示 し た よ う に、 ス テ ン プ S 1 1 3 の 乾 燥 工 程 を 省 略 す る こ と が で  
き る。

そ の 後、 前 記 の 第 1 実 施 形 態 の パ タ ー ン 形 成 方 法 と 同 様 に、 マ ス ク 除 去 工 程  
25 (ス テ ン プ S 1 1 5) と、 ス テ ン プ S 1 1 6 の パ タ ー ン 材 の 焼 成 工 程 と を 順 次 行 な う。 こ れ ら の 工 程 も 前 記 実 施 形 態 と 同 様 に 行 な う こ と が で き る。

図 9 は、 本 発 明 に 係 る 第 3 の パ タ ー ン 形 成 方 法 の フ ロ ー チ ャ ー ト で あ る。 この  
実 施 形 態 の パ タ ー ン 形 成 方 法 は、 ス テ ン プ S 1 2 0 に 示 し た よ う に、 ワ ク 2 0  
の 表 面 に マ ス ク を 形 成 し た の ち、 マ ス ク の 表 面 を 摺 液 处 理 し (ス テ ン プ S 1 2 1)

、さらにマスクに形成したパターン形成用開口部に液状パターン材 312 を供給するパターン材供給工程を行なう(ステップ S122)。これらのステップ S120 ~ S122 の各工程は、前記と同様にして行なうことができる。また、マスクを撥液膜によって形成した場合、ステップ S121 の撥液処理工程を省略するこ

5 とができる。

次に、パターン材の加熱固化工程であるステップ S123 のパターン材乾燥工程とステップ S124 のパターン材焼成工程(アニール工程)とを行なう。パターン材乾燥工程は、例えばワーク 20 を 80 ~ 120°C に加熱し、パターン形成用開口部に供給した液状パターン材の溶媒を蒸発させる。また、パターン材焼成工程は、通常、乾燥工程より高温であって、レジスト膜からなるマスクが炭化しないような温度、例えば 150 ~ 220°C 程度にワーク 20 を加熱して行ない、液状パターン材 312 に含まれていた溶質をより高い温度に加熱して固化反応を完了させる。これらの乾燥工程、焼成工程は、図 4 に示したヒータ 326 によって行なってもよいし、図 1 に示した専用のパターン材固化部 5.0.0 に搬入して行なってもよい。そして、これらの乾燥工程と焼成工程とは、パターン材が酸化するのを防止するため、窒素などの不活性な雰囲気で行なうことが望ましい。

このように、パターン材乾燥工程とパターン材焼成工程とを分けて行なうことにより、パターン形成用開口部に供給した液状パターン材 312 によるパターン形状を良好ににすることができる。すなわち、液状パターン材を急激に高温に加熱すると、固化したパターンの表面が凹状を示し、パターン形状がよくない。このため、良好なパターン形状を要求されるような場合、液状パターン材を急激に加熱してパターンを形成し、マスクを除去したのちに、CMP などによってパターンの形状を整える必要がある。

なお、液状パターン材 312 が、通常の乾燥温度において充分に固化する場合には、ステップ S124 のパターン材焼成工程を省略することができる。さらに、液状パターン材 312 を最初から高温で加熱固化させても差し支えない場合、ステップ S123 の乾燥工程を省略することができる。

パターン材の焼成が終了したならば、ステップ S125 のようにマスク除去部 400 においてマスクの除去を行なう。このマスク除去工程においては、マスク

の表面に付着した液状パターン材による固化物が存在している場合、まず、CMPやエッチングなどして固化物を除去し、その後、マスクを除去する。マスクの除去は、前記と同様にして行なうことができる。

なお、上記した実施形態の各パターン形成方法において、例えば半導体基板に配線パターンを形成するような場合であって、既に半導体基板の表面に酸化膜などの絶縁材からなる膜にパターン形成用凹部が設けられており、この絶縁膜に設けたパターン形成用開口部に有機金属化合物溶液からなる液状パターン材312を供給して配線パターンを形成するときには、マスク形成工程とマスク除去工程とを省略することができる。そして、前記したマスク搬液処理工程の代わりにワーク搬液処理工程を行なう。また、インクジェットプリンタのプリンタヘッドのような吐出装置によって、液状パターン材312をマスクに設けたパターン形成用開口部に選択的に供給し、液状パターン材312がマスクの表面に付着しないような場合、付着液除去工程や乾燥固化物除去工程が不要となるため、工程の簡素化を図ることができる。図10は、このような場合のパターン形成方法を示すフローチャートである。

この第4のパターン形成方法は、まず、図10のステップS130に示したように、ワーク20である半導体基板の表面にマスクを形成する。このマスク形成は、例えばワーク20の表面に二酸化ケイ素(SiO<sub>2</sub>)の膜を形成可能なマスク材を塗布し、これをパターニングして配線パターンに対応したパターン形成用開口部を有するマスクを形成する。

その後、マスクの搬液処理を行なう(ステップS131)。この搬液処理工程は、マスクの表面にフッ素樹脂重合膜などを形成して行なう。そして、この搬液処理においては、パターン形成用開口部内の重合膜を除去してワーク(半導体基板)20の表面を露出させる。

次に、上記のように搬液処理したマスクのパターン形成用凹部に、インクジェットプリンタのプリンタヘッドのような定量吐出装置によって有機金属化合物からなる液状パターン材312を供給する。この際、ワーク20を配置したテープルに内蔵させたヒータによってワーク20を所定の温度に加熱することにより、開口部への液状パターン材312の供給と、液状パターン材の加熱固化とを同時

に行ない、ステップ S 132 でパターン形成工程が終了する。

もっとも、図 10 の破線のステップ S 133 に示したように、パターン材加熱固化工程をパターン材供給工程と別に行なってもよい。また、この加熱固化工程は、乾燥工程と焼成工程とで構成してもよく、一定の温度によって加熱固化してもよい。  
5

図 11 は、本発明に係る第 5 のパターン形成方法のフローチャートである。この実施形態のパターン形成方法は、良好なパターン形状、緻密なパターンを得るために、パターン材供給工程を複数回行なうようにしている。

まず、上記した実施形態と同様に、ワーク 20 の表面にマスクを形成したのち (ステップ S 140)、マスクの表面を撥液処理する (ステップ S 141)。これらの工程は、前記と同様にして行なうことができる。そして、マスクがフッ素樹脂の重合膜などの撥液性の膜によって形成された場合、破線に示したように、ステップ S 141 のマスク撥液処理工程を省略することができる。

次に、ステップ S 142 のパターン材供給工程において、前記と同様にしてマスクのパターン形成用開口部に液状パターン材 312 を供給する。この液状パターン材 312 の開口部への供給は、この実施形態の場合、必要量の何分の 1 がに止められる。そして、第 1 回目のパターン材供給工程が終了したならば、液状パターン材の溶媒を蒸発させるパターン材乾燥工程を行なう (ステップ S 143)。なお、パターン材供給工程においてワークを適宜の温度に加熱しながら液状パターン材 312 をパターン形成用開口部に供給する場合、破線に示したように、パターン材乾燥工程を省略することができる。  
20

その後、ステップ S 144 に示したように、マスクの表面に付着した液状パターン材 312 からなる乾燥固化物を除去する。この乾燥固化物の除去も前記と同様にして行なってよい。そして、乾燥固化物を除去したならば再びステップ S 142 に戻り、ステップ S 142 からステップ S 144 を必要回数繰り返す。そして、最後のパターン材供給工程、パターン材乾燥工程、乾燥固化物除去工程を終了したならば、次のステップ S 145 のパターン材焼成工程に進み、液状パターン材 312 に含まれていた溶質の焼成を行なって固化反応を完了させ、上記と同様にしてマスクを除去する (ステップ S 146)。

このように、第5のパターン形成方法においては、液状パターン材312を複数回に分けてマスクに設けたパターン形成用開口部に供給するようにしているため、完成したパターンの形状を極めて良好にすることができるとともに、緻密なパターンを形成することができる。しかも、液状パターン材312を乾燥させるごとに乾燥固化物を除去するようにしているため、焼成後の固化物除去に比較して固化物の除去を比較的容易に行なうことができる。

なお、液状パターン材312を複数回に分けて開口部に供給する場合、2回目以降のパターン材供給工程（ステップS142）を必要に応じてステップS143のパターン材乾燥工程後に行なってもよいし、ステップS145のパターン材の焼成後に行なってもよい。

図12は、本発明に係る第6のパターン形成方法のフローチャートである。このパターン形成方法は、前記した実施形態と同様の方法によってマスク形成工程（ステップS150）、マスク搬液処理工程（ステップS151）、パターン材供給工程（ステップS152）を順次行なう。

その後、加熱固化工程として、パターン形成用開口部に供給した液状パターン材312の乾燥と焼成を行なう（ステップS153、S154）。次に、この焼成工程を終了した段階で、再びステップS152に戻って2回目のパターン材供給工程を行ない、続けてステップS153、ステップS154の乾燥工程と焼成工程とを行なう。そして、これらのステップS152ないしステップS154を必要回数繰り返す。最後のパターン材焼成工程を終了したならば、前記と同様にしてマスクを除去する（ステップS155）。

なお、図4に示したパターン材供給部300やスピンドルコートと同様にして液状パターン材をパターン形成用開口部に供給した場合には、ステップS155のマスク除去工程においてマスクの表面に付着した液状パターン材312による固化物をCMPなどによって除去し、その後マスクを除去する。また、インクジェットプリンタのプリンタヘッドのような吐出装置によって、パターン形成用開口部に液状パターン材312を選択的に供給することにより、マスクの表面に液状パターン材が付着しない場合には、固化物の除去は不要である。

また、2回目以降に行なうステップS152のパターン材供給工程は、必要に

応じてステップS153のパターン材乾燥工程後に行なってもよい。さらに、液状パターン材312が比較的低温で充分に固化する場合には、パターン焼成工程を省略してよく、最初から高温で処理できるパターン材の場合には、パターン乾燥工程を省略してよい。

5 図13は、本発明に係る第7のパターン形成方法のフローチャートである。この実施形態のパターン形成方法は、従来の工程と組み合わせる場合など、既にワーク20の表面にパターン形成用凹部が設けられているときに適用される。従って、この第7のパターン形成方法においては、マスク形成工程が省略されている。

10 すなわち、図13に示したパターン形成方法は、まず、ワーク表面の撥液処理を行なう（ステップS160）。この撥液処理は、前記したように、活性なフッ素によるフッ化や、フッ素樹脂重合膜などの撥液性の膜を成膜することによって行なわれる。そして、ワーク撥液処理の工程においては、必要に応じてパターン形成用凹部に紫外線や電子線などを照射し、パターン形成用凹部の底部に対する親液処理をする。この親液処理は、単にワーク20に付着した、またはワーク20と反応しているフッ素を除去することによる親液化ばかりでなく、形成した撥液膜を紫外線や電子線によって分解除去する場合を含む。このように親液化をすることにより、パターン形成用凹部に供給した液状パターン材を固化させたときに、パターンの密着性を向上することができる。従って、形成したパターンとワークとの間に電気的接続が要求される場合、電気的導通を良好にすことができ、優れた電気的特性が得られる。

ワーク20の撥液処理が終了したならば、液状パターン材312をパターン形成用凹部に所定量供給するパターン材供給工程を行なう（ステップS161）。このパターン材供給工程における液状パターン材312の凹部への供給は、前記と同様にして行なうことができる。そして、パターン形成用凹部への液状パターン材の供給が終了したならば、ステップS162の付着液除去工程を行なう。すなわち、ワーク20の表面に付着した液状パターン材312を除去する。このワーク20の表面に付着した液状パターン材312の除去は、前記と同様にして図4に示したエアナイフ330や、ワーク20を回転させたり傾斜させることなどに

よって行なうことができる。

上記したステップS160のパターン材供給工程と、ステップS162の付着液除去工程とは、必要回数繰り返して行なうことができる。そして、ステップS161とステップS162とを必要回数繰り返したならば、パターン形成用凹部に供給した液状パターン材312を加熱固化させることにより(ステップS163)、パターンの形成工程が終了する。

ステップS163のパターン材加熱固化工程におけるパターン材の加熱温度は、液状パターン材312によって異なり、加熱固化温度が80～120°C程度のように乾燥温度とそれほど変わらない温度で充分な場合もあり、焼成温度と同様に200°C以上に加熱する必要がある場合もある。また、パターン材加熱固化工程は、必要に応じて液状パターン材312の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、乾燥した溶質を焼成する焼成工程とを含めることができる。

なお、ワーク20の表面が既に撥液性を有している場合、ステップS160のワーク撥液処理工程を省略してよい。また、図13の破線に示したように、パターン形成用凹部に液状パターン材312を供給した都度、ステップS162の付着液除去工程とステップS163のパターン材加熱固化工程とを行ない、パターン材加熱固化工程を終了したのち、次のパターン材供給工程を行なうようにしてもよい。このように、加熱固化工程の終了後にパターン材供給工程を行なうようにすると、内部応力の非常に小さい緻密なパターンを形成することができる。

図14は、本発明に係る第8のパターン形成方法のフローチャートである。この実施形態のパターン形成方法も、ワーク20に既にパターン形成用凹部が設けられている場合に適用される。第8のパターン形成方法は、まず、ワーク20の表面を撥液処理する(ステップS170)。このワーク20の撥液処理は、前記したと同様に行なう。

その後、パターン材供給工程において、ワーク20に設けたパターン形成用凹部に液状パターン材312を所定量供給する(ステップS171)。次に、ステップS172に示したように、ワークの表面に付着した液状パターン材312を除去する付着液除去工程を行なう。さらに、不要なパターン材を除去したワーク20を所定の温度(例えば80～120°C程度)に加熱し、ワーク20の凹部に供給

した液状パターン材312の乾燥を行なう(ステップS173)。

その後、再びステップS171に戻ってパターン材供給工程を行ない、乾燥固化させたパターン材が存在しているパターン形成用凹部にさらに液状パターン材312を供給し、ステップS172、ステップS173の工程を繰り返す。これら5のステップスS171～ステップS173の工程は、必要回数繰り返される。

そして、最後のパターン材供給工程、付着液除去工程、パターン材乾燥工程が終了したならば、液状パターン材312の乾燥固化した溶質をさらに高温で焼成して固化反応を完了させる。

このように、パターン形成用凹部に液状パターン材を少量ずつ供給し、パターン材の供給、パターン材の乾燥を繰り返すことにより、パターン材の乾燥時におけるボイドの発生などを防ぐことができ、内部応力の少ない緻密なパターンを形成することができる。しかも、液状パターン材312を乾燥する前に、ワークの表面に付着した不要な液状パターン材を除去するようにしているため、固化物を除去する場合よりも、ワーク20の表面に付着している不要物の除去を容易に行なうことができる。

なお、ステップS171からステップS174までの工程を1回だけ行なってパターンを形成してもよいことは勿論である。

図15は、本発明の第9のパターン形成方法の説明図である。この実施形態のパターン形成方法は、まず、既にパターン形成用凹部が設けられているワーク20の表面を、前記と同様にして搬液処理する(ステップS180)。次に、インクジェットプリンタのプリンタヘッドのような吐出装置を用いて、ワーク20のパターン形成用凹部に選択的に液状パターン材312を所定量供給する(ステップS181)。その後、液状パターン材312を加熱固化し(ステップS182)、パターンの形成を終了する。このパターン材の加熱固化は、前記したように例えば120°C以下の比較的低温で行なう場合もあるし、それよりも高い温度で行なう場合もある。また、パターン材の加熱固化は、液状パターン材を乾燥する工程と、その後の焼成工程とを含んでいてもよい。

このように、第9のパターン形成方法においては、吐出装置によって液状パターン材312を、ワーク20に設けたパターン形成用凹部に選択的に供給するこ

とにより、ワークの表面に付着したものを除去する工程を設ける必要がなく、工程の簡素化を図ることができる。

なお、図15の破線に示したように、パターン形成用凹部に供給した液状パターン材312の加熱固化が終了したならば、再びステップS181のパターン材供給工程と、ステップS182のパターン材加熱固化工程とを繰り返す。そして、パターン材供給工程とパターン材加熱固化工程とを必要回数繰り返してパターンの形成を終了してもよい。

図16は、本発明の第10のパターン形成方法のフローチャートである。この実施形態のパターン形成方法は、まず、前記と同様に、パターン形成用凹部が設けられたワーク20の表面を懸液処理したのち(ステップS190)、パターン形成用凹部に液状パターン材312を所定量供給する(ステップS191)。次に、ワーク20のパターン形成用凹部に供給した液状パターン材312の乾燥を行なう(ステップS192)。また、パターン材の乾燥が終了したならば、ステップS191に戻って再び凹部に液状パターン材312を供給し、ステップS192のパターン材乾燥工程を行なう。そして、このパターン材供給工程とパターン材乾燥工程とを必要回数繰り返す。

最後のパターン材供給工程とパターン材乾燥工程とが終了したならば、ワークの表面に付着した液状パターン材312による乾燥固化物を、前記した大気圧プラズマを使用したエッチングやCMPなどによって除去する(ステップS193)。そして、乾燥固化物の除去の終了後、ステップS194に示したように、パターン材焼成工程において液状パターン材312に含まれていた溶質の焼成を行なう。

なお、図16の破線に示したように、2回目以降のパターン材供給工程は、ステップS193の乾燥固化物除去工程後に行なってもよいし、ステップS194のパターン材焼成工程後に行なってもよい。さらに、ステップS193の乾燥固化物除去工程を行なわずに、ステップS192のパターン材乾燥工程終了後、直ちにステップS194のパターン材固化工程を行ない、その後、図16の破線のステップS193aに示したように固化物除去工程を行なってもよい。このように、ステップS194のパターン材固化工程後にステップS193aの固化物除

去工程を行なうと、固化物の除去を一度で済ますことができ、工程が簡素化される。勿論、パターン材焼成工程後に固化物除去工程を行なったのち、ステップS 191に戻ってステップS 191、ステップS 192、ステップS 194、ステップS 193aを必要回数繰り返すことも可能である。

5 図17は、本発明の第11のパターン形成方法のフローチャートである。この第11のパターン形成方法は、ワーク20にパターン形成用凹部が設けられていない場合に適用されるパターン形成方法の1つである。

この方法は、まず、前記に説明したと同様にしてワーク20の表面にマスクを形成し(ステップS 200)、マスクの撥液処理を行なう(ステップS 201)。次10に、マスクに設けたパターン形成用開口部に液状パターン材312を供給したのち(ステップS 202)、マスクの表面に付着した液状パターン材312を除去する付着液除去工程を行なう(ステップS 203)。その後、パターン形成用開口部に供給した液状パターン材312の加熱固化工程である乾燥と焼成とを行なう(ステップS 204、ステップS 205)。

15 パターン材の焼成が終了したならば、再びステップS 202のパターン材供給工程に戻り、ステップS 202からステップS 205を必要回数繰り返す。そして、最後のパターン材焼成工程を終了したならば、ステップS 206に示したようにマスク除去工程を行なう。

20 なお、図17の破線に示したように、必要に応じてステップS 202のパターン材供給工程とステップS 203の付着液除去工程とを必要回数繰り返したのちに、ステップS 204～ステップS 206を行なってもよいし、ステップS 202ないしステップS 204を必要回数繰り返したのちに、ステップS 205のパターン材焼成工程とステップS 206のマスク除去工程とを行なってもよい。

25 図18および図19は、本実施の形態に係るパターン形成方法を半導体基板に適用した場合の製造工程説明図である。

本実施の形態に係るパターン形成方法をワークとなる半導体基板に配線を形成する工程に適用すると、まず、図18(1)に示すような半導体基板30をマスク形成部100のマスク材塗布ユニット110に搬入し、テーブル112の上に配置する。そして、半導体基板30をモータ118によってテーブル112とと

もに回転させるとともに、レジスト供給部 116 からフォトレジスト 114 を滴下し、半導体基板 30 の表面 32 に有機材となるフォトレジストを塗布する。そして、フォトレジストを乾燥させてマスク材となる有機膜からなるフォトレジスト膜 35 を形成する(図 18(2)参照)。

5 フォトレジスト膜 35 を形成した後は、半導体基板 30 をマスク材パターニングユニット 122 に移送し、フォトレジスト膜 35 の上方より転写マスク 132 を介して光 126 を照射し、前記フォトレジスト膜 35 の表面に配線用のパターンを感光させる(露光工程)。その後、レジスト膜 35 を露光した半導体基板 30 を現像部 124 に搬入し、現像液 138 に浸漬してレジスト膜 35 の現像を行なう。これにより、図 18(2)に示したように、配線を形成する部分の半導体基板 30 の表面 32 を露出させたパターン形成用開口部(凹部)となる溝 38 を設けたマスク 36 が形成される。なお、当該溝 38 の幅は、配線と同様の幅に設定されている。

こうして半導体基板 30 の表面 32 を露出させた溝 38 を有するマスク 36 を形成したのちは、マスク 36 の上に液状の無機導電材料(液状パターン材)を塗布し、同図(3)に示すように、溝 38 を埋めるとともに、マスク 36 の上を覆った無機導電膜 40 を形成する。なお、マスク 36 を覆う無機導電膜 40 を形成する場合、スピンドルコート法を用いることができる。すなわち、半導体基板 30 を回転させ、この回転中の半導体基板 30 の回転中央部に無機導電材料を滴下すれば、当該無機導電材料は、遠心力によって半導体基板 30 の外方へと広がり、表面上に均一な無機導電膜 40 を形成することができる。

そして、無機導電膜 40 をマスク 36 の上に形成したのちは、図 19(1)に示すように、大気圧のもとでエッティング液または気液混合状態にあるエッティング液を塗布し、無機導電膜 40 のエッティングを行うようにすればよい。そして、無機導電膜 20 のエッティングには、スピンドルエッティングを用いることが望ましく、これを用いるようにすれば、エッティング液を均一に無機導電膜 40 の表面に塗布することが可能になり、無機導電膜 40 のエッティングの進行を均一にすることができるのである。

なお、エッティングは時間管理によって行うようにしており、同図(2)に示した

5 ように、無機導電膜40がマスク36の溝38だけに残るまで、すなわち無機導電膜40がマスク36の表面から除去されるまで行われる。なお、本実施の形態では、この無機導電膜40の除去をスピニエッチングによって行うこととしたが、この形態に限定されることもなく、他の方法、例えばCMPなどによって行うようにしてもよい。そして、無機導電膜40の除去をCMPによって行うようにしても、スピニエッチングと同様、大気中での除去ができるとともに、CMPでは溝38に入り込んだ無機導電膜40の大井部分を平坦にすることが可能になる。

10 このように、無機導電膜40が溝38だけに残るまでエッチングを行ったのち、図示しない大気圧プラズマ装置に半導体基板30を導入し、当該半導体基板30の表面32に形成されるフォトレジスト膜35からなるマスク36を除去すればよい。このようにしてマスク36を半導体基板30の表面32から除去することにより、半導体基板30の表面32に無機導電膜40からなる配線42を形成することができる。そして、本実施形態においては、従来の製造工程のようにドライエッチングやチャンバ内のクリーニングが必要ないことから、地球温暖化係数の高いPFCガスを使わずとも製造を行うことが可能になる。

15 20 なお、前記実施形態においては、半導体基板30にマスクを形成したのち、すぐにマスク36の上に向き導電膜40を形成する場合について説明したが、半導体基板30は、溝38を設けたマスク36を形成したのち、図3に示した搬液処理部200に搬入して搬液処理をすることが望ましい。この搬液処理は、次のごとくして行なう。

25 マスク36を設けた半導体基板30を図3に示した処理チャンバ218に搬入する。その後、原料ガス供給源214から放電チャンバ210に大気圧状態でCF<sub>4</sub>を導入し、放電チャンバ210内に気体放電を発生させる。これにより、CF<sub>4</sub>が分解され、活性なフッ素が生成される。そこで、活性なフッ素を含んだ処理ガス216を処理チャンバ218に供給すると、有機膜からなるマスク36は、表面がフッ化されて搬液化される。従って、回転している半導体基板30に液状の無機導電材料を滴下した場合、液状無機導電材料が搬液処理されたマスクの表面を容易に移動するため、溝38への液状無機導電材料の供給を容易に行

なうことができるとともに、マスク 3 6 の表面に液状無機導電材料が付着しにくく、液状の無機導電材料を選択的に溝 3 8 に供給することができる。このため、上記の実施形態において説明したマスク 3 6 の上の無機導電膜 4 0 をエッティング（エッチバック）する必要がなく、工程をより簡素化することができる。なお 5 、この撥液処理は、半導体基板 3 0 を適度な温度、たとえば 80 ~ 150 °C 程度に加熱して行なうと、マスク 3 6 のフッ化反応を促進することができ、処理時間を短縮することができる。

また、液状無機導電材料をマスク 3 6 の溝 3 8 に供給して埋める場合、イシクジェットプリンタのインクジェットヘッドのような定量吐出装置を使用すると、 10 マスク 3 6 の表面に液状無機導電材料を付着させることなく溝 3 8 に無機導電材料を供給することができる。さらに、幅が 1  $\mu$ m 以下の微細な配線 4 2 を形成する場合、図 4 に示したパターン材供給工程 3 0 0 によって、液状パターン材である液状の無機導電材料をマスク 3 6 の溝 3 8 に供給するとよい。

すなわち、マスク 3 6 を撥液処理部 2 0 0 において撥液処理したのち、半導体基板 3 0 をパターン材供給部 3 0 0 の処理ステージ 3 1 8 の上に配置する。そして、処理ステージ 3 1 8 をモータ 3 2 0 によって回転させるとともに、直流電源 3 2 8 によって処理ステージ 3 1 8 を介して正の直流電圧を半導体基板 3 0 に印加する。さらに、液状パターン材供給源 3 1 4 から液状無機導電材料をアトマイザ 3 1 1 に供給するとともに、噴霧ガス供給源 3 1 6 から噴霧用窒素ガスをアトマイザ 3 1 1 に供給し、液状無機導電材料を 0.2  $\mu$ m 程度以下のミスト状微粒子にしてシャワーへッド 3 1 0 から噴出させる。この際、処理ステージ 3 1 8 に内蔵したヒータ 3 2 6 によって半導体基板 3 0 を、液状無機導電材料の溶媒を蒸発可能な適宜の温度に加熱する。

なお、前記半導体基板は導電性であるため、処理面内で均一な電界を形成することは容易である。しかし、ガラス等の絶縁性被処理物である場合は、図 3 2 に示したように、平面状電極 3 4 2 の上に絶縁性被処理物（絶縁性被処理基板） 3 4 0 を配置し、平面状電極 3 4 2 を介して絶縁性被処理基板 3 4 0 上に均一な電界を形成することが好ましい。

また、上記実施の形態では、ワーク 2 0 、絶縁性被処理基板 3 4 0 に電圧を印

加する電源として直流電源 28 を用いたが、これに限定されることはなく、交流電源を用いてもよい。

シャワー ヘッド 310 から噴出された液状無機導電材料のミスト状微粒子は負に帯電する。このため、正の直流電圧が印加されている半導体基板 30 と微粒上 5 無機導電材料との間に静電引力が作用し、液状無機導電材料の微粒子が回転している半導体基板 30 に吸着される。この微粒子は、半導体基板 30 に形成したマスク 36 の表面が撥液処理されているため、マスク 36 の表面を滑って溝 38 に供給される。そして、溝 38 への無機導電材料の供給を所定時間行なったのち、エアナイフ 330 によってマスク 36 の表面に付着した不要な液状無機導電材料 10 を除去する。この不要な付着液除去工程は、半導体基板 30 を回転させた状態で、または半導体基板 30 を傾斜させた状態で行なうと、より効率的に、またより弱い圧力の空気によって行なうことが可能となる。そして、半導体基板 30 を加熱しつつ液状無機導電材料の溝 38 への供給を行なうことにより、液状無機導電 15 材料の乾燥工程を省略することが可能であるばかりでなく、無機導電膜 40 を緻密にすることができる。

なお、上記した付着液除去工程は、液状の無機導電材料をマスク 36 の溝 38 に供給するパターン材料供給工程を終了した後に行なってもよい。また、配線 42 とされた無機導電膜 40 は、必要に応じて図 1 に破線で示したパターン固化部 500 において焼成することができる。

発明者は、半導体素子における素子間分離の方法や、FET のゲート電極の形成工程や、配線層間のコンタクト形成工程等に本実施の形態に係るパターン形成方法を適用した例を考案した。以下に実施例として上述した 3 つの例の手順を説明する。なお上述したパターン形成方法と共通する箇所については、その説明を省略する。

図 20 と図 21 は、本実施の形態に係るパターン形成方法を半導体素子の形成における素子間分離の方法に適用した場合の製造工程説明図であって、従来の半導体デバイス製造工程におけるシャロートレンチ形成工程に対応している。

半導体基板においては、半導体素子が形成されている素子領域 600A、600B、600C の間に絶縁パターンを形成して素子間分離をなし、これら素子領

域 600A、600B、600C に形成した素子間に短絡等が生じるのを防止する必要がある。

そこで、図 21 (1) に示すように、半導体基板 602 の表面 604 にマスク材であるフォトレジスト膜からなるマスク 606 を形成する。すなわち、まず、  
5 半導体基板 602 の表面 604 にフォトレジストを塗布し、フォトレジスト膜 605 を形成する。その後、素子分離領域形成用のマスクを介してフォトレジスト膜 605 の露光、現像を行い、素子領域 600A、600B、600C の間に基板表面 604 が露出する溝 608 を設けたマスク 606 を形成する。

そして当該溝 608 が形成された半導体基板 602 をスピンドル工程に導入し、その表面に溝 608 を埋めるように、液状の絶縁材料の塗布を行い、マスク 606 を覆って絶縁層 610 を形成する。この状態を同図 (2) に示す。こうして絶縁層 610 を形成したのちは、スピンドルエッチャリング工程によって絶縁層 610 のエッチャリングを行ない、同図 (3) に示すように、マスク 606 を形成しているフォトレジスト膜 605 を露出させる。

その後、図 21 (1) に示すように大気圧プラズマ装置によって前記マスク 606 の除去を行う。これにより、半導体基板 602 の表面 604 に、絶縁層 610 からなる素子分離用の絶縁パターン 612 が形成される。

こうしてマスク 606 の除去を行ったのちは、半導体基板 602 をスピンドル工程に導入し、絶縁パターン 612 を覆ってシリコン層 614 を形成する。そしてシリコン層 614 を形成したのちは、再びスピンドルエッチャリング工程に半導体基板 602 を導入し、絶縁パターン 612 の表面が露出するまでシリコン層 614 をエッチャリングする。これにより、絶縁パターン 612 によって分離されたシリコン層 614 からなる素子領域 600 (600A、600B、600C) が形成される。

25 図 22 と図 23 は、本実施の形態に係るパターン形成方法を FET のゲート電極の形成工程に適用した場合の製造工程説明図である。

MOS-FET のゲート電極を形成する場合、まず、図 22 (1) に示すように、絶縁パターン 612 によって分離した素子領域 600 を有する半導体基板 602 を酸化炉に導入する。そして、素子領域 600 を構成しているシリコン層 6

14を熱酸化し、シリコン層614の表面に薄い二酸化ケイ素からなるゲート酸化膜(図示せず)を形成する。

次に、シリコン層614と絶縁パターン612とを覆ってフォトレジストを塗布し、同図(2)に示したようにフォトレジスト膜616を形成する。その後、  
5 ゲート電極形成用のマスクを介してフォトレジスト膜616を露光、現像し、素子領域600Bを形成しているシリコン層614の表面を露出させた溝618を有するマスク620を形成する。なお当該溝618の幅はゲート電極の幅と同一となっている。

次に、当該溝618が形成された半導体基板602をスピンドルコート工程に導入し、溝618を埋めるとともに、マスク620を覆うように液状からなる無機導電材料の塗布を行って無機導電膜622を形成する。この状態を同図(3)に示す。

こうして無機導電膜622を形成した後は、図23(1)に示すように、スピンドルエッチング工程によってマスク620の表面が露出するまでエッチングを行う。その後、同図(2)に示すように、大気圧プラズマ装置によってマスク620を形成しているフォトレジスト膜616の除去を行なう。これにより、素子領域600Bを形成しているシリコン層614の上に、ゲート酸化膜を介して無機導電膜622からなるゲート電極624を形成することができる。

図24、図25、図26は、本実施の形態に係るパターン形成方法を配線層間のコンタクト形成工程に適用した場合の製造工程説明図である。

上記のようにしてゲート電極624を設けた半導体基板620を図示しないイオン注入装置に搬入する。そして、ゲート電極624をマスクにして、素子領域600Bのゲート電極624の両側に露出している部分に不純物イオンを注入して拡散させ、ソース領域とドレイン領域とにする(いずれも図示せず)。

その後、図24(1)に示すように、絶縁パターン612、シリコン層614およびゲート電極624を覆うようにフォトレジストを塗布し、フォトレジスト膜626を形成する。次に、コンタクトホール形成用となるマスクを介して露光、現像を行ない、フォトレジスト膜626にコンタクトホール628を形成し、ソース領域とドレイン領域とを形成している素子領域600Bの表面と、ゲート

電極 624 の表面とを露出させたマスクにする。

その後、同図 (2) に示すように、フォトレジスト膜(マスク) 626 を覆ってタングステンを含む溶液を塗布してタングステン 630 を堆積し、コンタクトホール 628 内にタングステン 630 を充填する。さらに、同図 (3) に示すように、  
5 フォトレジスト膜 626 の表面に形成されたタングステン 630 をスピニエッチングまたは CMP によって除去し、フォトレジスト膜 626 の表面を露出させる。

次に、他のエッチング液を用いたスピニエッチングあるいは大気圧プラズマによってフォトレジスト膜 626 を除去する。これにより、図 25 (1) に示したよ  
10 うに、コンタクトホール 628 内に充填されていたタングステン(プラグ) 630  
... が、素子領域 600B とゲート電極 624 との表面から立設した形態となる。

次に、液状絶縁材料の塗布をスピニコートなどによって行い、タングステンプラグ 630 を覆って絶縁層 632 を形成する。そして、同図 (2) に示すように、  
15 スピニエッチング工程によって絶縁層 632 をタングステンプラグ 630 の表面  
... が露出するまでエッチングを行う。

さらに、再び絶縁層 632 の上にフォトレジストをスピニコートなどにより塗  
20 布し、フォトレジスト膜 634 を形成する(図 25 (3) 参照)。その後、配線形成用のマスクを介してフォトレジスト膜 634 の露光、現像を行い、同図 (3) に示すように、絶縁膜 632 の上面を露出させた配線用の溝 636 を設けたマスクを形成する。

このようにフォトレジスト膜 634 に溝 636 を形成したのちは、図 26 (1) に示すように、前記溝 636 を埋めるようアルミ層 638 を形成する。その後、アルミ層 638 をスピニエッチングなどによってエッチングし、配線用溝 636 を設けたフォトレジスト膜(マスク) 634 の表面を露出させる。さらに、大気圧プラズマ工程によってフォトレジスト膜 634 を除去する。これにより、同図 (2) に示すように、絶縁膜 632 の上面に、タングステンプラグ 630 に電気的に接続したアルミ配線 640 を形成することができる。

図 27 および図 28 は、本発明に係るパターニング方法により液晶表示装置の ITO (Indium Tin Oxide) からなる透明電極を形成する工程を示したものであ

る。

ITO透明電極を形成する場合、まず、図27(1)に示すように、まずワーク20である洗浄したガラス基板650の表面全体に、レジスト膜652を形成する。すなわち、図2に示したマスク形成部100のマスク材塗布ユニット110にガラス基板650を搬入する。そして、ガラス基板650をテーブル112の上に配置して回転させるとともに、上方からフォトレジスト114を滴下し、これを乾燥させてレジスト膜652にする。このレジスト膜652の厚さは、形成すべき電極パターンの高さ以上に形成する。

次に、レジスト膜652を形成したガラス基板650を図2に示すようなマスク材パターニングユニット120に移送する。そして、露光部122においてレジスト膜652を露光したのち、現像部124においてガラス基板650を現像液138に浸漬してレジスト膜652を現像する。これにより、図27(2)に示したように、ガラス基板650の表面を露出させた電極パターン形成用開口部(凹部)654を有するレジスト膜652からなるマスク656が形成される。

次に、マスク656の表面に撥液処理を施す。具体的には、図27(3)に示すように、ガラス基板650とマスク656との表面にフッ素樹脂重合膜658を形成する。このフッ素樹脂重合膜658の形成は、次のようにして行なう。なお、フッ素樹脂重合膜658を形成して行なうこの実施形態の撥液処理の場合、図6に示したマスク形成部150の装置を図1に示した撥液処理部200として使用した場合について説明する。

まず、図6に示す成膜処理室152にガラス基板650を搬入し、成膜ステージ154の上に配置する。ただし、図6に示した転写マスク24は使用しない。

次に、成膜処理室152内を真空ポンプ160によって排気する。また、成膜原料供給部168の容器172内のC<sub>2</sub>F<sub>18</sub>などの液体フッ素化合物170をヒータ174によって加熱し、液体フッ素化合物170を気化させる。さらに、キャリアガス供給部178から窒素などのキャリアガスを供給配管166に流入させ、液体フッ素化合物170の蒸気を成膜処理室152に搬送する。そして、高周波電源156によって高周波電極158と成膜ステージ154との間に高周波電圧を印加し、処理室152に導入した液体フッ素化合物170の蒸気を介し

た放電を発生させる。すると、直鎖状フッ素化合物 170 の結合が一部切断されて活性となり、ガラス基板 650 の表面に到達した活性なフッ素化合物蒸気が重合し、ガラス基板 650 の表面全体に撥液性を有するフッ素樹脂重合膜 658 が形成される。なお、重合膜 658 の厚さは 100 オングストローム程度に形成する。

なお、上記の撥液処理工程では、電極パターン形成用開口部（以下、単に開口部という場合がある）654 によって露出したガラス基板 650 の表面にもフッ素樹脂重合膜 658 が形成される。そこで、開口部 654 の内部を親液処理する。具体的には、図 27 (4) に示すように、電極パターン形成用開口部 654 に紫外線を照射して、フッ素樹脂重合膜 658 を除去する。

このフッ素樹脂重合膜 658 の除去は、電極パターン形成部分に相当する部分のみ透過する紫外線照射マスクを、ガラス基板 650 の上方に配置して紫外線を照射する。すると、紫外線がフッ素樹脂重合膜 658 の結合を切断し、開口部 654 に形成されていたフッ素樹脂重合膜 658 が除去される。加えて、ガラス基板 650 に付着していたレジスト等の有機物も分解されて除去される。従って、ガラス基板 650 の電極パターン形成部分に親液性が付与される。

なお、液状パターン材の溶媒がオクタン等の有機溶媒である場合には、上記に加えて、ノニオン界面活性剤による密着性改善処理を行う。具体的には、ノニオン界面活性剤 ( $\text{RO}- (\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ ) の 1% 水溶液を、ガラス基板 650 の表面に塗布することにより、液状パターン材との密着性を向上させることができる。なお、ノニオン界面活性剤の塗布は、次述する成膜処理工程の直前に成膜処理室内で行ってもよいし、別の処理室内で行ってもよい。また、ガラス基板 650 に対する密着性改善処理は、成膜処理工程とともに成膜処理室内で行うことができる。

次に、図 28 (1) に示すように、電極パターン形成用開口部 654 の内部に、液状パターン材 312 を供給して充填する。具体的には、図 4 に示すパターン材供給部 300 にガラス基板 650 を搬入し、処理ステージ 232 上に配置する。そして、液状パターン材 312 をアトマイザ 311 によってミスト状の微粒子にし、シャワー ヘッド 310 により噴出してガラス基板 650 に供給する。

この実施形態においては、液状パターン材312は、ITOの超微粒子（粒子径0.1μm以下）をオクタン（C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>）などの有機溶媒に分散させたものを使用している。

なお、液状パターン材312の供給と同時に、反応ガスを供給することにより  
5 膜質改善処理を行うこともできる。具体的には、液体パターン材312に反応  
ガスを混合してアトマイザ311に供給して液状パターン材312を微粒化し、シ  
ヤワーヘッド310から噴出する。反応ガスとしては、四フッ化炭素ガスまたは  
酸素ガス等を使用することができ、形成されるITO被膜の酸化物の割合を調整す  
ることができる。

10 なお、噴霧した液状パターン材312に対し、図示しない電子線照射管により  
電子線を照射すると、照射された電子線が微粒状の液状パターン材が負に帯電す  
るため、液滴の帯電量を多くすることができる。

15 次に、アトマイザ311によって微粒化され、シャワーヘッド310を介して  
噴霧された液状パターン材312は、自由落下によっても処理テーブル318上の  
ガラス基板650の表面に被着し得るが、処理ステージ318に例えば10k  
Vのバイアス電圧を印加して、ガラス基板650の表面を正に帯電させることに  
より、負に帯電した液状パターン材312の液滴を引き寄せて付着させる。なお  
、液状パターン材312をミスト化すると自然に負に帯電するので、電子線と衝  
突しなかった液滴も、ガラス基板650に引き寄せて付着させることができる。

20 ここで、ガラス基板650をモータ32によって回転させれば、フッ素樹脂重  
合膜658の上に付着した液状パターン材312が電極パターン形成用開口部65  
4に入り込む。従って、開口部654への液状パターン材312の供給を迅速に  
行なうことができるとともに、開口部654の内部に液状パターン材312が均  
一に充填される。

25 開口部654に液状パターン材312の供給が終了したならば、エアナイフ3  
30によってマスク656の上に付着している不要な液状パターン材312を除去す  
る。なお、ガラス基板650を回転させて不要な液状パターン材を除去しても  
よい。また、ガラス基板650を傾斜させることによっても、マスク656上  
に付着した液状パターン材312を除去することができる。

次に、ガラス基板 650 を加熱して、液状パターン材 312 を乾燥させる。この実施形態においては、マスク 656 の電極パターン形成用開口部 654 への液状パターン材 312 の供給と同時にパターン材の乾燥が行なわれる。すなわち、ガラス基板 650 を配管した処理テーブル 318 に内蔵したヒータ 326 によつて、ガラス基板 650 を、液状パターン材 312 の溶媒を蒸発させる温度に加熱する。従つて、電極パターン形成用開口部 654 への液状パターン材 312 の供給と、液状パターン材 312 の乾燥とが同時に行なわれるため、工程の簡素化とパターン形成時間の短縮化とが図れる。しかも、液状パターン材 312 は、空素ガスとともに噴霧されるため、液状パターン材 312 の乾燥を不活性ガス雰囲気中で行なうこととなり、パターン材が必要以上に酸化されるのを防ぐことができる。

また、液状パターン材 312 の乾燥温度は、パターン被膜におけるボイドの発生を回避するため、有機溶媒の沸点以下の温度とする。例えば、液状パターン材 312 の溶媒がオクタン ( $C_8H_{18}$ ) の場合、沸点が 170°C 程度であるから、空素雰囲気中において、150°C 以下で加熱する。これにより、液状パターン材 312 が固化してパターン被膜 660 となり、ITO 被膜が形成される(図 2-8(2) 参照)。

なお、乾燥工程をパターン材供給工程後に行なう場合、150°C 以下で 5 分以上乾燥することが望ましい。また、乾燥工程における温度上昇速度を制御することにより、パターン被膜 660 の表面を所望形状に成形することができる。図 2-9 に乾燥温度の上昇速度とパターン被膜の表面形状との相関関係の説明図を示す。

前工程である成膜工程の終了後は、図 2-9(1) に示すように、マスク 656 の電極パターン形成用開口部 654 に、液状パターン材 312 が充填された状態となっている。そして、乾燥工程において温度を急速に上昇させると、液状パターン材 312 に含まれる溶媒は、主にその中央部分から蒸発する。その結果、乾燥後のパターン被膜 660a は、中央部分が窪んだ状態に成形される。一方、乾燥工程において温度をゆっくり上昇させると、液状パターン材 312 に含まれる溶媒は、その全体から均等に蒸発する。従つて、図 2-9(2) に示すように、乾

燥後のパターン被膜 660 b は、中央部分が膨らんだ状態に成形される。

そこで、パターン被膜 660 の表面形状を観察しつつ、乾燥温度を上昇させることにより、パターン被膜 660 の表面を所望形状に成形することができる。なお、図 29 (1) および (2) の中間的な形状として、パターン被膜の表面を平坦に成形することも可能である。

次に、パターン被膜の焼成およびマスク 656 の除去を行う。まず、パターン被膜 660 の焼成 (アニール) 处理温度とレジストの炭化温度とを比較する。マスク 656 を形成しているレジスト膜の炭化温度がパターン被膜 660 の焼成処理温度より高い場合には、乾燥工程に続けてパターン材焼成工程を行う。

一方、レジスト膜の炭化温度がパターン被膜 660 の焼成処理温度より低い場合には、焼成処理の過程でレジスト膜 (マスク 656) が炭化し、マスク 656 の除去が困難になる。そこで、先にマスク除去工程を行い、その後にパターン材焼成処理工程を行う。なお、代表的なレジストである PMMA の炭化温度は 260 °C 程度であり、ITO 被膜の焼成処理温度は 500 °C 以上であるから、先にレジスト除去工程を行い、その後にアニール処理工程を行う。

なお、パターン被膜 660 の表面の成形が必要な場合には、マスク除去工程の前に、図 28 (3) に示すような成形加工を行うことができる。具体的には、パターン被膜 660 が所望の厚さになるまで、CMP (化学機械的研磨) 等による加工を行う。その際、パターン被膜 660 の周囲は、マスク 656 によって保護されているので、パターン被膜 660 が変形および損傷することが少ない。しかも、成形加工に伴って、フッ素樹脂重合膜 658 の表面に存在する液状パターン材 312 の残滓と、フッ素樹脂重合膜 658 自体とが同時に除去される。

次に、マスク 656 を除去する。マスク除去工程は、酸素ガスまたは活性化した酸素ガス雰囲気下において、ガラス基板 650 を加熱することにより行う。

次に、ガラス基板 650 を加熱して、パターン被膜 660 の焼成を行う。パターン材焼成工程は、大気雰囲気中で行ってもよいし、加熱によるパターン被膜 660 の酸化を防止するため不活性ガス雰囲気中で行ってもよい。ITO 被膜の場合には、窒素雰囲気下において 500 °C 以上で焼成処理する。なお、400 °C 以下の低温で焼成処理する場合には、フッ素ラジカルまたはオゾンラジカル等の活

性化ガス雰囲気中で行なうことにより、焼成処理と同時に膜質改善を行うことも可能である。

以上により、図28(4)に示すように、ガラス基板650の表面に、ITOのパターン被膜660からなる電極パターン662が形成される。

5 上述したパターン形成方法では、従来の被処理部材表面に形成されたパターン材料を除去するという工程から、凹部につける／埋めるといった工程に転換したことから、上述した各工程を全て大気圧または大気圧近傍の環境で行なうことができる。このため真空設備を設ける必要がなく、当該設備を稼働させるためのエネルギーを削減することが可能になる。従って、製造コストを削減することができる。

また、ミスト化した液状パターン材を被処理部材の表面に散布することにより、成膜を行う構成とし、液体材料を使用することにより、被処理部材のみに成膜することが可能となり、従来のように成膜処理室の壁面に形成された被膜を、PFCガスにより除去する作業が不要となる。また、ミスト化することにより、粒径を0.2μm程度にまで小さくすることができるので、ステップカバレッジおよびトレンチ埋め込み性能に優れ、例えば幅1μm以下の微細なパターン被膜660を形成することができる。さらに、ミスト化した粒子は自然に帶電するので、次述するように成膜速度を向上させることができる。加えて、ミスト化した液状パターン材312を噴霧することにより、ガラス基板650の全体に均質なパターン被膜660を形成することができる。

また、ガラス基板650にバイアス電圧を印加して、ミスト化した液状パターン材312を吸着することにより、液状パターン材312を電極パターン形成用開口部654への供給を迅速に行なうことが可能で、製造コストを削減することができる。

25 そして、マスク656の表面に対して、液状パターン材312に対する撥液処理を行なっているため、液状パターン材312の開口部654への充填時間を短縮することが可能となり、またマスク656上の余分な液状パターン材の除去時間を短縮することが可能となる。従って、製造コストを削減することができる。

さらに、電極パターン形成用開口部654の底部に対して、液状パターン材3

1 2に対する親液処理を行なっているため、パターニング精度が向上し、所望形状のパターン被膜 6 6 0 を得ることができる。

なお、本発明のパターン形成方法により、機能的な薄膜を基板上に形成した構造体は、例えば半導体デバイス、電気回路、表示体モジュール、発光素子などに適用される。その一例を図 3 0 および図 3 1 に示す。図 3 0 は例えば、半導体デバイス、電気回路、表示体モジュールの概略図であり、図 3 1 は、例えば発光素子を形成した微細構造体の概略図である。

図 3 0 において、主に半導体デバイスまたは電気回路の場合、微細構造体を構成している機能的薄膜は例えば基板に設けた配線パターンの金属薄膜であり、また表示体モジュールの場合、微細構造体 7 0 0 の機能的薄膜 7 0 2 は例えば透明基板 7 0 4 に設けたカラーフィルタの有機分子膜である。図 3 0 ではカラーフィルタの一例を示しているが、本発明のパターン形成方法を用いて他の機能的薄膜を形成することに差異はない。

図 3 1 において、発光素子を構成する微細構造体 7 1 0 の機能的薄膜 7 1 2 は、例えば発光層に使用する有機 E L (electroluminescence) の薄膜であり、透明基板 7 1 4 上に形成された図中記載の透明電極 7 1 6 と対をなす電極（不図示）を形成して、上記機能的薄膜 7 1 2 を挟み込む形で素子を形成する。また、上記電極についても、本発明のパターン形成方法を用いて形成できる点は言うまでもない。

なお上記機能的薄膜 7 1 2 の膜厚は、微細構造体を如何なる用途のものにするかにより任意であるが、0.02~4  $\mu$ m とするのが好ましい。これらに本発明の成膜方法を適用したものは高品質であり、その製造工程の簡略化、製造コスト面においても従来法に勝るものである。

## 25 産業上の利用可能性

以上に説明したように、本発明によれば、液状のパターン材をパターン形成用凹部に充填して固化するだけでパターンを形成することができる。従って、本発明は、高価な真空装置を用いる必要がない。このため、本発明は、真空中にワークを搬送させるためのチャンバーロードロックや、処理室を真空にするための複

数のドライポンプやターボポンプ、またスループットを向上させるためのチャンバの複数化によって生じるフットプリントの増大、それに伴うクリーンルーム面積の増大、またそれを維持する基礎設備などを必要とせず、設備の簡素化がはかれ、またパターン形成のためのエネルギーを削減でき、パターンの形成コストを削減することができる。また、本発明は、CVDなどを行なわないために、装置の洗浄ために地球温暖化係数の高いPFCガスを使用する必要がなく、コスト削減を図れるとともに、地球環境への影響を非常に小さくすることができる。

## 請求の範囲

1. ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成したのち、前記マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給して固化することを特徴とするパターン形成方法。

2. ワークの表面にパターン形成用開口部を有するマスクを形成するマスク形成工程と、

前記マスクの開口部に液状パターン材を供給しつつ液状パターン材を乾燥させるパターン材供給工程と、

10 前記ワークから前記マスクを除去する工程と、

前記液状パターン材の乾燥した溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

15 3. ワークの表面にパターン形成用開口部を有するマスクを形成するマスク形成工程と、

前記マスクの開口部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、

前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程と、

前記液状パターン材中の乾燥させた溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

20 4. ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、

前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記開口部内に供給された前記液状パターン材を固化する固化工程と、

前記パターン材供給工程と前記固化工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークからマスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

25 5. ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、

前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材を除去する付着液除去工程と、

前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させて乾燥する乾燥工程と

5 前記パターン材供給工程と前記付着液除去工程と前記乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程と、

前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

6. ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、

前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥する乾燥工程と

15 前記パターン材供給工程と前記乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

7. ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、

前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記凹部内の前記液状パターン材を固化する固化工程と、

20 前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材からなる固化物を除去する固化物除去工程と、

前記パターン材供給工程と前記固化工程と前記固化物除去工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

25 8. ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、

前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させて乾燥する乾燥工程と

前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去する固化物除去工程と、

前記パターン材供給工程と前記乾燥工程と前記固化物除去工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程と、

5 前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

9. ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、

前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

10 前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させて乾燥する乾燥工程と

、

前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去する固化物除去工程と、

乾燥後の溶質を焼成する焼成工程と、

前記パターン材供給工程と前記乾燥工程と前記固化物除去工程と前記焼成工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

10. 請求項1ないし請求項9のいずれかに記載のパターン形成方法において、前記マスクは、少なくとも表面が撥液性を有していることを特徴とするパターン形成方法。

11. 請求項1ないし請求項9のいずれかに記載のパターン形成方法において、前記マスク自体が撥液性を有していることを特徴とするパターン形成方法。

12. 請求項1または請求項4または請求項7に記載のパターン形成方法において、

25 前記液状パターン材の固化は、加熱して行なうことを特徴とするパターン形成方法。

13. 請求項12に記載のパターン形成方法において、前記液状パターン材の加熱固化は、前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパタ

ーン形成方法。

14. 請求項1に記載のパターン形成方法において、

前記液状パターン材を固化したのち、前記ワークから前記マスクを除去することを特徴とするパターン形成方法。

5 15. 請求項1ないし請求項4のいずれか、または請求項7に記載のパターン形成方法において、

前記液状パターン材の固化は、前記液状パターン材を前記開口に供給した際に前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材を除去したのちに行なうことを特徴とするパターン形成方法。

10 16. 請求項6に記載のパターン形成方法において、

前記焼成工程は、前記ワークから前記マスクを除去したのちに行なうことを特徴とするパターン形成方法。

17. 請求項6に記載のパターン形成方法において、

前記焼成工程後に前記ワークから前記マスクを除去することを特徴とするパターン形成方法。

18. 請求項2または請求項3または請求項5または請求項6または請求項8に記載のパターン形成方法において、

前記マスクを除去する工程と前記焼成工程とが同時に行なわれるなどを特徴とするパターン形成方法。

20 19. ワークの表面にパターン形成用開口部を有するマスクを形成するマスク形成工程と、

前記マスクの開口部に液状パターン材を供給しつつ液状パターン材を乾燥させるパターン材供給工程と、

前記液状パターン材の乾燥した溶質を焼成する焼成工程と、

25 前記ワークから前記マスクを除去する工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

20. ワークの表面にパターン形成用開口部を有するマスクを形成するマスク形成工程と、

前記マスクの開口部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、  
前記液状パターン材中の乾燥させた溶質を焼成する焼成工程と、  
前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

5 21. ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、

前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、  
前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に、前記マスクの表面に付着し  
た前記液状パターン材を除去する付着液除去工程と。

10 前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥する乾燥工程と

前記パターン材供給工程と前記付着液除去工程と前記乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程と、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

2.2: ワークの表面にパターン形成用開口部を設けたマスクを形成するマスク形成工程と、

前記開口部へ液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、  
前記開口部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥する乾燥工程と、

前記液状パターン材を前記開口部に供給した際に、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去する固化物除去工程と

前記パターン材供給工程と前記乾燥工程と前記固化物除去工程とを順次複数回繰り返したのち、前記ワークから前記マスクを除去するマスク除去工程と、

乾燥後の溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

23. ワークに設けられた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給して固化させることを特徴とするパターン形成方法

24. ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給して固

化させる工程を複数回繰り返すことを特徴とするパターン形成方法。

25. ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記液状パターン材を前記凹部に供給した際に、前記ワークの表面に付着した  
5 前記液状パターン材を除去する付着液除去工程と、

前記凹部内の前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、

前記パターン材供給工程と前記付着液除去工程と乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の液状パターン材に含まれていた溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

10 26. ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記凹部に供給した前記液状パターン材を加熱固化する固化工程と、

前記液状パターン材を前記凹部に供給した際に、前記ワークの表面に付着した液状パターン材からなる固化物を除去する付着固化物除去工程とを順次複数回繰り返すことを特徴とするパターン形成方法。

27. ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記凹部に供給した前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、

前記パターン材供給工程と前記乾燥工程とを順次複数回繰り返したのち、乾燥後の液状パターン材に含まれていた溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

28. ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、

前記凹部に供給した前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、

25 前記液状パターン材を前記凹部に供給した際に、前記ワークの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去する付着固化物除去工程と、

前記パターン材供給工程と前記乾燥工程と、前記付着固化物除去工程とを一回または複数回繰り返したのち、乾燥後の前記液状パターン材に含まれていた溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

29. ワークに設けた所定のパターン形成用凹部に液状パターン材を供給するパターン材供給工程と、  
 前記凹部に供給した前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる乾燥工程と、  
 前記液状パターン材を前記凹部に供給した際に、前記ワークの表面に付着した  
 5 前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去する付着固化物除去工程と、  
 乾燥後の液状パターン材に含まれていた溶質を焼成する焼成工程とを一回または複数回繰り返すことを特徴とするパターン形成方法。

30. 請求項23ないし請求項29のいずれかに記載のパターン形成方法において、  
 10 前記液状パターン材の前記凹部への供給は、前記ワークの表面を親液処理したのちに行なうことを特徴とするパターン形成方法。

31. 請求項23ないし請求項29のいずれかに記載のパターン形成方法において、  
 前記液状パターン材の前記凹部への供給は、前記ワークの表面を親液処理し、  
 15 さらに前記凹部の底部を親液処理したのちに行なうことを特徴とするパターン形成方法。

32. 請求項23または請求項24または請求項26に記載のパターン形成方法において、  
 前記液状パターン材の固化は、前記液状パターン材を加熱して行なうことを特  
 20 徴とするパターン形成方法。

33. 請求項32に記載のパターン形成方法において、  
 前記液状パターン材の加熱固化は、前記液状パターン材中の溶媒を蒸発させる  
 乾燥工程と、乾燥後の溶質を焼成する焼成工程とを有することを特徴とするパタ  
 ーン形成方法。

25 34. 請求項23に記載のパターン形成方法において、  
 前記液状パターン材の固化後に、前記液状パターン材を前記凹部に供給した際  
 に前記ワークの表面に付着した前記液状パターン材からなる固化物を除去するこ  
 とを特徴とするパターン形成方法。

35. 請求項23に記載のパターン形成方法において、

前記液状パターン材の固化は、前記液状パターン材を前記凹部に供給した際に前記ワークの表面に付着した前記液状パターン材を除去したのちに行なうこととする特徴とするパターン形成方法。

3.6. 請求項27に記載のパターン形成方法において、

5 前記焼成工程は、前記液状パターン材を前記凹部に供給した際に前記ワークの表面に付着した前記液状パターン材からなる乾燥固化物を除去したのちに行なうこととする特徴とするパターン形成方法。

3.7. ワークの表面に有機膜を設ける工程と、前記有機膜に所定パターンの凹部を形成する工程と、前記凹部を無機材料によって埋める工程と、前記凹部の内部10 以外の前記無機材料を除去する工程と、前記有機膜を除去して無機材料からなるパターンを残す工程とを有することを特徴とするパターン形成方法。

3.8. 請求項37に記載のパターン形成方法において、

前記無機材料による凹部を埋める工程は、前記無機材料を含む溶液を塗布して行なうことを特徴とするパターン形成方法。

3.9. 請求項38に記載のパターン形成方法において、

前記無機材料は、液体または液体と気体の混合状態からなることを特徴とするパターン形成方法。

4.0. 請求項38または請求項39に記載のパターン形成方法において、

前記無機材料の塗布は、スピンドルによって行われることを特徴とするパターン形成方法。

4.1. 請求項38または請求項39に記載のパターン形成方法において、

前記無機材料の塗布は、吹き付けによって行われることを特徴とするパターン形成方法。

4.2. 請求項37に記載のパターン形成方法において、

25 前記凹部の内部以外の前記無機材料を除去する工程は、エッティング液の塗布にて行われることを特徴とするパターン形成方法。

4.3. 請求項4.2に記載のパターン形成方法において、

前記エッティング液は、液体または液体と気体の混合状態からなることを特徴とするパターン形成方法。

4 4. 請求項 4 2 または請求項 4 3 に記載のパターン形成方法において、  
前記エッチング液の塗布は、スピンドルエッチによって行われることを特徴とする  
パターン形成方法。

4 5. 請求項 4 2 または請求項 4 3 に記載のパターン形成方法において、  
5 前記エッチング液の塗布は、吹き付けによって行われることを特徴とするパターン形成方法。

4 6. 請求項 3 7 に記載のパターン形成方法において、  
前記凹部の内部以外の前記無機材料を除去する工程は、CMPにて行われることを特徴とするパターン形成方法。

10 4 7. 請求項 3 7 に記載のパターン形成方法において、  
前記有機膜を大気圧プラズマによって除去することを特徴とするパターン形成方法。

4 8. ワークの表面に塗布されて固化したマスク材にパターン形成用開口部を設  
けてマスクにするマスク形成部と、  
前記固化したマスク材または前記マスクを撥液処理する撥液処理部と、  
前記マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給するパターン材供  
給部と、  
前記パターン形成用開口部内の前記液状パターン材を固化する固化部と、  
を有することを特徴とするパターン形成装置。

20 4 9. ワークの表面に塗布されて固化したマスク材にパターン形成用開口部を設  
けてマスクにするマスク形成部と、  
前記固化したマスク材または前記マスクを撥液処理する撥液処理部と、  
前記マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給するパターン材供  
給部と、  
前記パターン形成用開口部内の前記液状パターン材を固化する固化部と、  
前記液状パターン材の固化後に前記マスクを除去するマスク除去部と、  
を有することを特徴とするパターン形成装置。

25 5 0. 請求項 4 8 または請求項 4 9 に記載のパターン形成装置において、  
前記撥液処理部は、大気圧またはその近傍の圧力下においてフッ素系ガスをブ

ラズマ化して前記固化したマスク材または前記マスクに供給するプラズマ生成手段を有することを特徴とするパターン形成装置。

51. 請求項48または請求項49に記載のパターン形成装置において、

前記撥液処理部は、フッ素化合物をプラズマ化し、前記固化したマスク材または前記マスクの表面にフッ素樹脂膜を重合する重合手段を有することを特徴とするパターン形成装置。

52. 請求項50または請求項51に記載のパターン形成装置において、

前記撥液処理部は、撥液処理した前記マスクのパターン形成用開口部内を親液化する親液処理手段を有していることを特徴とするパターン形成装置。

53. パターン形成用開口部を有する撥液性膜からなるマスクをワークの表面に形成するマスク形成部と、

前記マスクのパターン形成用開口部に液状パターン材を供給するパターン材供給部と、

前記パターン形成用開口部内の前記液状パターン材を固化する固化部と、

前記液状パターン材の固化後に前記マスクを除去するマスク除去部と、

を有することを特徴とするパターン形成装置。

54. 請求項50に記載のパターン形成装置において、

前記マスク形成部は、フッ素化合物をプラズマ化し、転写マスクを介して前記ワークの表面にフッ素樹脂膜を重合する重合手段を有することを特徴とするパターン形成装置。

55. 請求項48ないし請求項54のいずれかに記載のパターン形成装置において、

前記パターン材供給部は、前記マスクの表面に付着した前記液状パターン材を除去する付着液除去手段を有していることを特徴とするパターン形成装置。

56. 請求項48ないし請求項54のいずれかに記載のパターン形成装置において、

前記パターン材供給部は、前記液状パターン材を微粒化して前記マスク上に滴下する微粒化手段を有していることを特徴とするパターン形成装置。

57. 請求項56に記載のパターン形成装置において、

前記パターン材供給部は、前記ワークを回転させる回転手段を有していることを特徴とするパターン形成装置。

58. 請求項 56 または請求項 57 に記載のパターン形成装置において、

前記パターン材供給部は、前記ワークに電圧を印加し、前記微粒化した前記液状パターン材に静電引力を作用させて前記ワークに吸着させる電圧付与手段を有していることを特徴とするパターン形成装置。

59. 請求項 48 ないし請求項 58 のいずれかに記載のパターン形成装置において、

前記固化部は、前記パターン材供給部に設けられて、前記液状パターン材を加熱固化する加熱手段を有していることを特徴とするパターン形成装置。

60. 請求項 1 ないし請求項 47 のいずれかに記載のパターン形成方法を使用して製造したことを特徴とする半導体デバイス。

61. 請求項 1 ないし請求項 47 のいずれかに記載のパターン形成方法を使用して製造したことを特徴とする電気回路。

62. 請求項 1 ないし請求項 47 のいずれかに記載のパターン形成方法を使用して製造したことを特徴とする表示体モジュール。

63. 請求項 1 ないし請求項 47 のいずれかに記載のパターン形成方法を使用して製造したことを特徴とするカラーフィルタ。

64. 請求項 1 ないし請求項 36 のいずれかに記載のパターン形成方法を使用して製造したことを特徴とする発光素子。

## 要約書

パターン材供給部（300）は、液状パターン材（312）をミスト状の微粒子にして噴霧するシャワー・ヘッド（310）を備えている。シャワー・ヘッド（310）の下方には、ワーク（20）を配置する処理ステージ（318）が設けてある。ワーク（20）は、パターン形成用開口が設けられて撥液処理されたマスクを表面に有する。ワーク（20）は、処理ステージ（318）を介して直流電源（328）により電圧が印加され、液状パターン材（312）の微粒子を静電引力により吸引する。処理ステージ（318）は、回転することにより、マスクの表面に付着した液状パターン材をマスクに設けたパターン形成用開口部に充填するとともに、内蔵したヒータ（326）によって液状パターン材を加熱固化することができる。